DAS ELEKTROKARDIOGRAMM VON KINDERN MIT HYPERTROPHIE DER RECHTEN HERZKAMMER UND SEINE BEZIEHUNGEN ZUM DRUCK DER RECHTEN KAMMER UND SHUNTVOLUMEN IM KLEINEN KREISLAUF

von

BRIGITTE SCHWARTNER

1969

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41542718_0047

Aus der Kinderklinik der Universität des Saarlandes
Direktor: Prof. Dr. med. J.B.Mayer

DAS ELEKTROKARDIOGRAMM VON KINDERN MIT HYPERTROPHIE DER RECHTEN HERZKAMMER UND SEINE BEZIEHUNGEN ZUM DRUCK DER RECHTEN KAMMER UND SHUNTVOLUMEN IM KLEINEN KREISLAUF

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität des Saarlandes

vorgelegt von

BRIGITTE SCHWARTNER

MAINZ 1969

Dekan: Prof. Dr. med. H.Witter

Referent: Prof. Dr. med. J.B.Mayer

Tag der mündlichen Prüfung: 22.Mai 1969

UNIV. LEIDEN BIBL.

Gesamtherstellung: Ditters Bürodienst Mainz

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

A) Einleitung und Geschichtliches zu Elektrokardiographie und Herzkatheterismus 1

B) Das Elektrokardiogramm von Kindern mit Hypertrophie der rechten Herzkammer und seine Beziehungen zum Druck der rechten Kammer und Shuntvolumen im kleinen Kreislauf . . 2

Literaturübersicht:

1) Das Elektrokardiogramm bei Rechtshypertrophie 2

a) Einteilung der Hypertrophieformen 2
Widerstandshypertrophie
Volumenhypertrophie
Mischbild aus Widerstands- und Volumenhypertrophie

b) Elektrokardiographische Veränderungen bei Rechtshypertrophie 3
Lagetypen
P-Zacke und P-Q-Zeit
QRS-Komplex
Kammerendteilveränderungen
Indexwerte bei Rechtshypertrophie

2) Elektrokardiogramm bei Rechtshypertrophie und Ergebnisse der Herzkatheterisierung 9

3) Zusammenstellung der heute gebräuchlichen Kriterien der Rechtshypertrophie 13

C) Eigene Untersuchungen 15

I) Material und Methode 15

II) Ergebnisse 18

1) Elektrokardiographische Befunde 18

a) Rechtswiderstandshypertrophie am Beispiel der Pulmonalstenose mit intaktem Vorhof- und Kammerseptum 18
mäßige Pulmonalstenose

Seite

mittelschwere Pulmonalstenose
schwere Pulmonalstenose

b) Rechtsvolumenhypertrophie beim Vorhofseptumdefekt Typ secundum 27

c) Kombination von Rechtswiderstands- und Rechtsvolumenhypertrophie am Beispiel der Pulmonalstenose mit Vorhofseptumdefekt Typ secundum 35

2) Beziehungen zwischen elektrokardiographischen Veränderungen und Druckwerten im rechten Ventrikel sowie den Shuntvolumina im kleinen Kreislauf . 39

a) Pulmonalstenose 39

b) Vorhofseptumdefekt Typ secundum 45

c) Pulmonalstenose mit Vorhofseptumdefekt Typ secundum 49

D) Diskussion 53

E) Zusammenfassung 60

F) Literaturverzeichnis 61

A. EINLEITUNG UND GESCHICHTLICHES ZU ELEKTROKARDIOGRAPHIE UND HERZKATHETERISMUS

EINLEITUNG

Durch Weiterentwicklung von Elektrokardiographie und Herzkatheterismus haben sich in den letzten Jahrzehnten neue Möglichkeiten in der modernen Herzdiagnostik eröffnet. Inwieweit lassen sich schon aus elektrokardiographischen Veränderungen Beziehungen zu bestehenden Druckverhältnissen im rechten Herzen bzw. zur Höhe von Shuntvolumina im kleinen Kreislauf herstellen? Können vielleicht allein aus dem Elektrokardiogramm (EKG) exakte Aussagen über den Grad einer Rechtsbelastung gegeben werden?
In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, ob und inwieweit bei angeborenen Herzfehlern mit Rechtsbelastung Beziehungen zwischen elektrokardiographischen Zeichen und den bei Rechtsherzkatheterung gewonnenen Druck- bzw. Shuntvolumenwerten herzustellen sind.

GESCHICHTLICHES ZU ELEKTROKARDIOGRAPHIE UND HERZKATHETERISMUS

Die Entwicklung der Elektrokardiographie des Menschen beginnt im Jahre 1877, als Waller erstmals die elektrischen Vorgänge am menschlichen Herzen mit Hilfe eines Kapillarelektrometers registrierte. Technische Fortschritte brachten Einthovens 1903 entwickeltes Saitengalvanometer und der Verstärker-Oscillograph von Cremer im Jahre 1921 (42). Für die klinische Diagnostik waren jedoch möglichst einfach zu handhabende und dennoch exakt schreibende Apparate erforderlich. Diese Bedingungen erfüllen die heute gebräuchlichen direktschreibenden Elektrokardiographen.

Einen entscheidenden Schritt in der kardiologischen Diagnostik bedeutete die Herzkatheterung, die auf Forssmann zurückgeht, der sich 1929 in einem Selbstversuch einen Katheter ins Herz einführte. Dieser Versuch geriet jedoch in Vergessenheit. Erst 1941 haben Cournand und Ranges die Methode wieder aufgegriffen. Von ihnen und anderen wurde sie zur heute gebräuchlichen Untersuchungstechnik entwickelt (5). Herzkatheterung und Angiocardiographie sind heute unbedingt notwendige Untersuchungen vor jedem operativen Eingriff am Herzen.

B. DAS ELEKTROKARDIOGRAMM VON KINDERN MIT HYPERTROPHIE DER RECHTEN KAMMER UND SEINE BEZIEHUNGEN ZUM DRUCK DER RECHTEN KAMMER UND SHUNTVOLUMEN IM KLEINEN KREISLAUF

LITERATURÜBERSICHT

1. Das Elektrokardiogramm bei Rechtshypertrophie

a) Einteilung der Hypertrophieformen

Die angeborenen Herzfehler werden von Schmidt (67) nach Hämodynamischen Gesichtspunkten eingeteilt. Die Folgen der Mißbildungen mit Rechtsbelastung sind elektrokardiographisch an den Zeichen der Hypertrophie, der Dilatation oder an Mischbildern aus beiden zu erkennen. Grundsätzlich finden sich bei Hypertrophie Amplitudenzunahme, bei Dilatation Amplitudenabnahme mit gleichzeitiger Verbreiterung und bei den Mischbildern die entsprechende Kombination mit Amplitudenzunahme und Verbreiterung.

Die reine Widerstandshypertrophie der rechten Kammer ist Folge einer schon länger bestehenden Druckerhöhung im rechten Ventrikel. Als Beispiel sei die Pulmonalstenose mit intaktem Vorhofs- und Kammerseptum angeführt. Je nach Druckhöhe und Dauer der Belastung kommt es zu geringen bis starken Amplitudenerhöhungen jener Zacken, die der Erregungsausbreitung angehören (3, 9, 19, 23, 29, 30, 36, 40, 43, 45, 51, 53, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 67, 75, 95).
Eine Verbreiterung des Kammerkomplexes mit Amplitudenabnahme oder Splitterung wird als Zeichen reiner Dilatation betrachtet. Diese entsteht gewöhnlich im rechten Herzen durch akute Überlastung und findet sich als chronisches Bild nur bei der angeborenen Ebsteinschen Krankheit (67).

Für die Volumenhypertrophie der rechten Kammer ist eine Kombination von Hypertrophie und Dilatationszeichen charakteristisch. Es wird sich dementsprechend eine Amplitudenzunahme mit gleichzeitiger Verbreiterung des Kammerkomplexes finden, z.B. bei Pulmonalstenose mit Vorhofseptumdefekt (ASD) Typ secundum (3, 10, 17, 20, 24, 25, 26, 31, 33, 43, 45, 48, 49, 57, 59, 60, 62, 63, 67, 69, 71, 88, 89, 95).

b) Elektrokardiographische Veränderungen bei Rechtshypertrophie

Im folgenden werden Veränderungen im EKG aufgeführt, die bei Beurteilung einer Rechtshypertrophie von Bedeutung sein können.
Die Lagetypen: Diese werden bestimmt nach dem Winkel, den der Hauptvektor des QRS-Komplexes mit der Horizontalen bildet. Bei einer Rechtshypertrophie wendet sich dieser Winkel von den für herzgesunde Erwachsene festgelegten Werten von +30 bis + 90 Grad, bei Kindern gilt +105 Grad als oberer Grenzwert (30, 67, 94), nach rechts. Auf eine Drehung nach rechts weisen hohe R-Zacken in den Ableitungen II, III und aVR hin (5, 8, 10, 17, 19, 26, 36, 45, 46, 48, 52, 53, 57, 59, 62, 63, 67, 75, 88, 89). Die Nomenklatur der pathologischen Lagetypen ist allerdings nicht einheitlich (siehe Tab.1).

Winkel in Grad	Bezeichnung der Lagetypen nach Schmidt	Schaub
-90 bis -30	überdrehter oder extremer Linkstyp	überdrehter Linkstyp
-30 bis +30	Linkstyp, 0 bis -30 wird als starker Linkstyp bezeichnet	Linkslagetyp
+30 bis +90	Normaltyp	+30 bis +60: Mitteltyp +60 bis +90: Steillagetyp
+90 bis +120	Rechtstyp	Rechtslagetyp
mehr als + 120	+120 bis +150: starker Rechtstyp +150 bis -150: extremer Rechtstyp -150 bis - 90: überdrehter Rechtstyp	überdrehter Rechtstyp

Tab.1: Einteilungsschema der normalen und pathologischen Lagetypen im EKG nach Schmidt (67) und Schaub (62)

Bei den Pulmonalstenosen (Widerstandsbelastung des rechten Herzens) erreicht die Rechtsdeviation im Mittel höhere Werte als beim Vorhofsseptumdefekt Typ secundum (Volumenbelastung) oder bei der Kombination aus Pulmonalstenose mit ASD Typ secundum.
Bei den reinen Pulmonalstenosen reicht nach Lepeschkin (45) der Winkel von +90 bis +135 Grad. Yahini und Mitarb. (93) geben als Maximalwert

+158 Grad an, Wyler und Mitarb. (92) +180 Grad, Garcia-Palmieri und Mitarb. (24) haben Werte bis +240 Grad (entsprechend -120 Grad) gefunden.

Für den ASD Typ secundum werden Winkel von mehr als +100 Grad (16, 59), bzw. von mehr als +120 Grad (10) bis +150 Grad (20, 21, 31, 36, 45) beschrieben. Eine Drehung der Herzachse bis +180 Grad wird von Milnor (48) und Schmidt (67) angegeben, wobei Schmidt jedoch betont, daß die Werte selten über +135 Grad hinausgehen. Die extremsten Angaben finden sich bei Wagner und Graham (87) mit +174 und bei Garcia-Palmieri und Mitarb. (24) mit +210 (entsprechend -150) Grad.

Der Achsendifferenzwinkel, d.h. der Winkel zwischen alpha QRS und alpha T, wird bei Rechtshypertrophie mehr als 60 Grad auseinanderliegen, da der T-Vektor zunehmend nach links abweicht (33, 36, 55, 67, 79). Im folgenden werden Veränderungen im EKG bei Rechtshypertrophie näher besprochen.

Die P-Zacke: Die P-Zacke setzt sich aus zwei Anteilen zusammen, wobei der erste dem rechten, der zweite dem linken Vorhof angehören. Diese Zweiteilung kommt dadurch zustande, daß der linke Vorhof zeitlich etwas später als der rechte erregt wird. Veränderungen in der Hämodynamik der einzelnen Vorhöfe werden demnach Veränderungen der einzelnen Anteile dieser Zacke nach sich ziehen können. Erhöhter Druck oder vermehrtes Volumen im rechten Vorhof führen zur Ausbildung eines P-dextrocardiale (3, 29, 36, 40, 41, 45, 47, 53, 58, 60, 64, 67).

Im einzelnen finden sich bei erhöhtem Druck im rechten Vorhof vorwiegend schmale und spitze P als Ausdruck der Hypertrophie (6, 24, 29, 41, 46, 47, 64, 67, 75, 93), während bei gleichzeitiger Hypertrophie und Dilatation infolge vermehrter Volumenarbeit die breiten, stumpfen oder doppelgipfligen P überwiegen (13, 40, 64, 66). Darf die normale P-Zacke rechtspräcordial nach Holzmann (36) nur bis 0,2 mV hoch sein, legen Schmidt und Mittweg (64) die Grenze bei 0,3 mV fest, schränken jedoch ein, daß auch geringere Amplituden bei spitzer Konfiguration für eine Rechtsüberlastung charakteristisch sein können. In der vorliegenden Arbeit gilt ein P rechtspräcordial über 0,25 mV gemäß den Angaben der American Heart Association (siehe auch bei 67) bereits als hypertrophieverdächtig.

Die physiologische Breite der P-Zacke wird von mehreren Autoren (18, 35, 36, 43, 60) im frühen Kindesalter bis zu 3 Jahren mit 0,07 sec und später mit 0,08 sec angegeben. Im allgemeinen wird ein P-dextrocardiale 0,05 bis 0,06 sec selten überschreiten (64). Bei einer Dauer von mehr als 0,11 sec muß zusätzlich noch mit einer Leitungsstörung gerechnet werden (3, 25, 43, 53, 63, 66).

Die P-Q (=P-R-) Zeit: Als P-Q-Zeit bezeichnet man die Dauer der Strecke vom Beginn des P bis zum Beginn des QRS-Komplexes (67). Nach Holzmann (36) betragen die Normalwerte bei Kindern von 1 - 5 Jahren bis maximal 0,17 sec, von 6 - 9 Jahren bis 0,18 sec, ab 10 Jahren bis 0,20 sec. Heck und Störmer (35) geben im Pädiatrischen EKG-Atlas für die Extremitätenableitungen I - III folgende Maximalwerte an: Kinder bis zum 5.Lebensmonat 0,12 sec, vom 6.Monat bis zum 3.Lebensjahr 0,15 sec, bis zum 10.Lebensjahr 0,17 sec und bis zum 15.Jahr 0,19 sec.
Bei einer Rechtshypertrophie mit einem P-dextrocardiale kann nach Schmidt (64) mit einer Verlängerung der P-Q-Zeit gerechnet werden. Während Burch und de Pasquale (10), Garcia-Palmieri und Mitarb. (24), Reindell und Mitarb. (59) und Schmidt (67) ein a-v-Intervall in den Grenzen der Norm gefunden haben, berichten Bayer und Ganter (4), Lepeschkin (45) sowie Pryor und Mitarb. (57) von einer Verbreiterung über 0,20 sec hinaus, was einem a-v-Block 1.Grades entspricht (33).
Die QRS-Gruppe: Die Kammeranfangsschwankung (QRS) "ist bedingt durch die Depolarisation beider Kammern" (62). Ebenso wie bei Vorhofsbelastung EKG-Veränderungen der P-Zacken zu erwarten sind, wird eine Störung in der Hämodynamik der Kammern entsprechende Veränderungen des QRS-Anteils erwarten lassen.
Man wird bei Überlastung des rechten Ventrikels z.B. mit folgenden Zeichen rechnen können:

Amplitudenzunahme der R-Zacken in den Extremitäten- und BW-Ableitungen, vor allem in II, III, aVR und in V_1 und V_2;
Amplitudenabnahme der S-Zacken in den entsprechenden Abl.;
Verspätung der größten Negativitätsbewegung (OUP) der R-Zacke in V_1;
Auftreten von Q-Zacken in V_1;
Verbreiterung der QRS-Gruppen u.a.m.

Die R- und S-Zacken erfahren im Laufe der Kindheitsentwicklung charakteristische Veränderungen. Infolge der "physiologischen" Rechtshypertrophie bei jungen Säuglingen finden sich im Extremitäten-EKG Rechtstyp mit rS in I und qR in III und im Brustwand-EKG in den rechtspräcordialen Abl. vorwiegend Rs-Komplexe (30, 62). Nach den ersten Lebensmonaten zeichnet sich infolge Rückgangs der Rechts- und Ausbildung der "physiologischen" Linkshypertrophie eine Verschiebung der R/S-Relation ab, die mit Ausbildung von Steil- bis Mitteltyp im Extremitäten-EKG und rS-Gruppen in den rechtsprä-

cordialen Brustwandableitungen (BWA) einhergeht. Im 6. Lebensjahr werden etwa die Verhältnisse des Erwachsenen erreicht (89).
In Tab. 2 sind Maximal- bzw. Minimalwerte der R- und S-Zacken für verschiedene Altersgruppen herzgesunder Kinder angegeben.

Abl.	Zacke	Gr. Ia	Gr. Ib (1.+2. Lm)	Gr. Ic (3.-5. Lm)	Gr. Id (6.-12. Lm)	Gr. II (2.-3. Lj)
II	R	1,38	1,50	1,50	2,20	2,02
III	R	1,48	2,00	2,25	2,35	2,34
V_1	R	1,94	1,44	1,56	1,71	1,60
	S	0,08	0,10	0,25	0,10	0,16
V_6	R	0,20	0,30	0,52	0,51	0,51
	S	1,28	1,40	1,32	1,11	0,92

Abl.	Zacke	Gr. III (4.-6. Lj)	Gr. IV (7.-10. Lj)	Gr. V (11.-15. Lj)
II	R	1,92	2,06	1,77
III	R	1,80	1,94	1,40
V_1	R	1,52	1,42	0,96
	S	0,12	0,40	0,06
V_6	R	0,36	0,36	0,45
	S	0,50	1,80	0,30

Tab. 2: Maximale (R II, III, V_1, S in V_6) und minimale (S in V_1 und R in V_6) Werte in mV nach Heck und Störmer (35)

In den bipolaren Extremitätenableitungen werden bei Rechtshypertrophie vor allem in II und III erhöhte R-Zacken gefunden, die zur Bestimmung der Lagetypen herangezogen werden. Diese geben einen Anhalt über den Grad der Hypertrophie und die damit verbundene Rechtsdrehung des Herzens. In den unipolaren Extremitätenableitungen wird der Ableitung aVR Beachtung geschenkt, die ebenso wie die Ableitungen II und III eine erhöhte R-Zacke aufweisen kann. Nach Doll und Mitarb. (19) wird, wie auch in vorliegender Arbeit, eine R-Zacke ab 0,4 mV als Hypertrophiekriterium gewertet. Braunwald und Mitarb. (9), Lee und Scherlis (43), Scherlis und Mitarb. (63) sowie Sokolow und Lyon (75) betrachten R in aVR erst ab 0,5 mV als pathologisch verändert.
In den BWA gilt in Ableitung V_1 ein R von mehr als 0,7 mV als Hypertrophie-

zeichen, wobei, sofern Aufsplitterungen vorhanden, R' in V_1 größer als 1,0 mV sein kann (9, 19, 30, 43, 59, 62, 63, 74, 75, 92). In Ableitung V_6 wird R kleiner als 0,5 mV (63, 74) bzw. nach Braunwald und Mitarb. (9) kleiner als 0,4 mV werden müssen, um als Kriterium der Rechtshypertrophie gelten zu können.

Als "sicheres" Hypertrophiezeichen betrachten u.a. Burch und de Pasquale (10), Nitsch (51) und Wenger und Schumacher (90) ab 3. Lebensmonat das Fehlen der S-Zacke in Abl.V_1. Braunwald und Mitarb. (9), Schaub (62) und Sokolow und Lyon (75) fanden bei Rechtshypertrophie ein S in V_1 von weniger als 0,2 mV. In V_6 kann S bei Rechtshypertrophie größer als 0,7 mV werden (9, 62, 75).

Das Verhalten der R- und S-Zacken in den BWA wird charakterisiert durch die R/S-Quotienten. Diese sind in V_1 jenseits des frühen Kindesalters kleiner als 1,0, steigen nach V_5 an, überschreiten zwischen V3 und V_4 (= Übergangszone) 1,0 und sinken in V_6 wieder ab (62). Durch Verschiebung der R/S-Relationen bei Rechtshypertrophie, sei sie durch erhöhten Druck oder vermehrtes Volumen des rechten Herzens bedingt, kommt es zur Wanderung der Übergangszone nach links (19, 45, 62, 67). Finden sich in Abl.V_1 des herzgesunden Kindes ab 6 Jahren vorwiegend rS-Gruppen, kommt es bei einer Rechtshypertrophie zur Umgestaltung der Kammerkomplexe als Ausdruck der der Erregungsstörung in der rechten Kammer. Bei Pulmonalstenose können z.B. folgende Konfigurationen erwartet werden:

> Rs (71, 82, 85), RS (24), qR (24, 67, 71, 82) und bei sehr hohen Drucken im rechten Ventrikel sogar reine R- bzw. rR'-Komplexe (24, 67, 71, 82, 85).

Bei einer Volumenüberlastung, z.B. ASD Typ secundum, kann es zu Veränderungen in Form und Dauer der Kammerkomplexe kommen, so daß man Rechtsschenkelblockbilder findet (2, 17, 20, 31, 35, 45, 48, 59, 60, 62, 67, 69, 71, 88, 89, 95). Die QRS-Komplexe in V_1 können folgende Konfigurationen zeigen:

> rSr' (16, 20, 24, 57), rSR' (16, 17, 20, 24, 59), rsR' (21, 24, 30, 43, 57, 67, 71), rR's und rsR's' (30), RSR' (15, 27), qR (16, 17, 53, 57, 71), Rs (17, 53, 57, 71) oder auch reine positive Kammerkomplexe in Form von R (21, 24, 27, 53, 71).

Die verspätete größte Negativitätsbewegung der R-Zacke in V_1 (= OUP) ist ein weiteres Hypertrophiekriterium. Zur Bestimmung siehe Abb.1. Der Differenzwert der OUP in V_6 minus V_1, der normalerweise positiv ist, wird als Ausdruck einer verlangsamten Erregungsrückbildung im rechten Ventrikel gleich Null oder erreicht einen Negativwert (19, 39, 45, 47, 69, 88). Die Normalwerte betragen für V_1 0,03 sec (19, 39, 45, 62) und für V_6 0,05 sec (62).
Die Kammerendteile: Die Kammerendteile bestehen aus dem S-T-Segment und den T-Wellen. In den Extremitätenableitungen (bipolar) werden nach dem 1.Monat positive T in I und II registriert, während für Abl.III keine festen Regeln aufzustellen sind (60).
In den unipolaren BWA ist T nach dem 3.Lebensmonat in V_1 und V_2 negativ. Erst für die Altersgruppen IV und V zeichnet sich eine zunehmende Tendenz zu vorwiegend positiven T-Zacken in V_2 ab (35). In V_3 überwiegen die positiven T, die negativen Zacken stehen an zweiter Stelle. Bei der Altersgruppe V nach Heck und Störmer (35) finden sich in V_3 in 96% positive T. In V_4 sind T-Wellen in 94 - 100% positiv. In V_5 und V_6 werden in 100% (35) positive T-Zacken registriert. Kommt es bei Rechtsbelastung des Herzens zur Ausbildung einer Rechtshypertrophie, können die T-Zacken in II und III negativ werden (28, 59, 60), wobei es gleichzeitig zu S-T-Senkungen kommen kann (3, 36, 75).
In den BWA V_1 sind negative T beim Fehlen weiterer Hypertrophiezeichen mit Vorsicht zu beurteilen, da zumindest in V_1 von der 2.Lebenswoche bis zum 10. - 12.Lebensjahr negative T-Wellen physiologisch sind (90, 94). Sind negative T in den Abl. V_1 bis $V_{3/4}$ vorhanden (7, 28, 32, 36, 45, 58, 59, 67), wird eine Rechtshypertrophie sehr wahrscheinlich, vor allem in Verbindung mit hohen R-Zacken (9, 20, 45, 67, 68) und S-T-Senkungen (29, 39, 45, 67). Bei Kindern bis zu 12 Jahren wird eine positive T-Zacke in V_1 von Halhuber und Günther (33) und Wenger und Schumacher (90) als Ausdruck einer "Repolarisationsstörung" (33) als pathologisch aufgefaßt.

Indexwerte bei Rechtshypertrophie

Folgende Indexwerte werden für die Rechtshypertrophie angegeben:
Der White-Bock-Index: Die Differenz der Summen aus R in I und S in III sowie R in III und S in I gilt nach Halhuber und Günther (33) und Schaub (62) bei einem Wert von mehr als -1,5 mV als rechtshypertrophieverdächtig.

Indexwert für die Goldberger Ableitung aVL:
(R aVL - S aVL) x 2 - ein Rechtshypertrophieverdacht besteht nach Halhuber und Günther (33) bei einem Wert, der größer als -1,5 mV ist.

Der R/S-Quotient: In Abl.V_1 beträgt der Quotient bei herzgesunden Kindern unter 5 Jahren maximal 4,0 (9, 75), für ältere Kinder liegt der obere Grenzwert bei 1,0. Werte darüber gelten als hypertrophieverdächtig (9, 19, 27, 43, 48, 49, 60, 62, 63, 69, 75, 88).
In Abl.V_6 kann bei Rechtshypertrophie der Wert unter 1,0 absinken (19, 27, 69, 75, 88).

Sodi-Pallares-Quotient: $\frac{R/S\ V_6}{R/S\ V_1}$

Im Falle einer Rechtshypertrophie wird der Wert nach Braunwald und Mitarb. (9), Gutheil (30) und Sokolow und Lyon (75) kleiner als 0,4.
Der Sokolow-Index: Die Summe der R-Amplitude in V_1 und der S-Amplitude in V_6 kann bei Patienten mit Rechtshypertrophie, die älter als 5 Jahre sind, über einen Grenzwert von +1,05 mV liegen (9, 33, 62, 73, 75).

Altersgruppe	II	III	IV	V
$RV_1 + SV_6$	1,78	1,54	1,12	1,20

Tab.3: Maximalwerte der Sokolow-Indices in mV nach Heck und Störmer (81).

2. Elektrokardiogramm bei Rechtshypertrophie und Ergebnisse der Herzkatheterisierung

Untersuchungen über Beziehungen zwischen EKG-Veränderungen und intracardialen Druckwerten bzw. Shuntvolumina sind bei angeborenen Herzfehlern mit Rechtsüberlastung mehrfach durchgeführt worden. Grundlage ist die Tatsache, daß die durch Druckerhöhung oder vermehrte Volumenbelastung hervorgerufene Verschiebung des Muskelmassenverhältnisses zugunsten der rechten Kammer elektrokardiographische Veränderungen nach sich ziehen kann. Durch die Vergrößerung der Muskelmasse des rechten Ventrikels kommt es zur Drehung der Herzachse im Uhrzeigersinn mit Verlagerung des rechten Herzens an die vordere Brustwand sowie Vergrößerung der Vektoren und Potentiale, so daß schließlich über der rechten Brustwand R-Zacken das Bild beherrschen. Außerdem kommt es durch die Hypertrophie der rechten Kammer zur Verminderung des Abstandes derselben von der Thoraxwand, was wiederum eine Erhöhung der Potentiale zur Folge hat (62).
Inwieweit wurden aus EKG-Befunden Rückschlüsse auf hämodynamische Veränderungen gezogen?

EKG und Druck:

Alpha QRS: Zum Abweichen der Herzachse wird nach Torner-Soler und Mitarb. (83) ein Druck über 70 mm Hg benötigt (normaler systolischer Druck im rechten Ventrikel = 25 mm Hg).

Die P-Zacke: Eine Beziehung zwischen erhöhtem P und dem Druck (= p) im rechten Herzen, sei es im Vorhof oder in der Kammer, wird von de Pasquale und Burch (55), Wagner und Graham (87) und Reindell und Mitarb. (59) nicht gefunden, letztere ordnen jedoch höheren Drucken auch höhere P-Amplituden zu. Ein P in Abl.II von weniger als 0,25 mV gehört nach Cascos-Sanchez und Deucher (13) zu Ventrikeldrucken um 44 mm Hg, während 0,3 mV und mehr bei Drucken ab 55 mm Hg gefunden werden.

Die Ausbildung eines "rechtstypischen" P wird bei Schmidt (67) für Drucke ab 40 mm Hg beschrieben. Braunwald und Mitarb. (9) stellten ein P-dextrocardiale erst für Druckwerte im rechten Ventrikel von mehr als 70 mm Hg fest. Yahini und Mitarb. (93) geben ein P-dextrocardiale in V_1 erst ab 133 mm Hg an.

Die R-Zacke in V_1: EKG-Veränderungen bei erhöhten Drucken im rechten Ventrikel beginnen nach Torner-Soler und Mitarb. (83) bereits bei 30 mm Hg, die R-Zacken in V_1 nehmen dabei aber erst ab 60 mm Hg bezeichnende Amplituden an. Beuren (7) gibt Veränderungen ab 65 mm Hg an, während Reindell und Mitarb. (58) noch mit 90 mm Hg unverdächtige EKG-Kurven fanden. De Pasquale und Burch (55) und Silverman und Mitarb. (72) stellten selbst bei 105 bzw. 100 mm Hg noch normale Kurvenverläufe fest. Eine deutliche R-Erhöhung tritt nach Störmer (81) bei Drucken über 133 mm Hg auf, gleichzeitig mit der Einschränkung, daß zwar hohe R bei hohen Drucken zu finden seien, umgekehrt jedoch hohe Drucke nicht unbedingt zu hohen R führen müssen.

Eine lockere Beziehung zwischen R in V_1 und Druck im rechten Ventrikel fanden Gutheil (29), Lepeschkin und Schenetten (45), Reindell und Mitarb. (58) und Scherlis und Mitarb. (63), insofern hohe Drucke zu hohen R gehören können. Lee und Scherlis (43) schließen sich diesen Ausführungen an, bemerken aber einschränkend, daß der Druck dazu tendiere, höher zu sein, als der Amplitude der R-Zacke bzw. der von R' in V_1 entspricht. Eine mögliche direkte Korrelation zwischen R in V_1 und dem Druck im rechten Ventrikel zieht Müller-Brunotte (50) in Betracht.

Folgende Verhältniswerte für R und S in V_1 in Verbindung mit zugehörigen Ventrikeldrucken geben de Pasquale und Burch (55) an:

p höher als 100 mm Hg	R- oder Rs-Konfigurationen in V_1
p zwischen 75 und 100 mm Hg	R größer als S in V_1
p unter 75 mm Hg	R = S in V_1.

Eine R-Zacke in V_1 mit mehr als 0,5 mV weckt laut Schaub und Mitarb. (61) Verdacht auf Rechtshypertrophie mit Druckerhöhung im rechten Ventrikel durch ein kongenitales Vitium. Yahini und Mitarb. (93) stellen einer R-Zacke von mehr als 1,0 mV (Erwachsene) einen Druck über 50 mm Hg gegenüber. Mehrere Autoren fanden bei R über 2,0 mV Drucke über 100 mm Hg in der rechten Kammer (6, 9, 14, 67, 72, 81). Beuren (7) ordnet einem Druck von 150 mm Hg ein R von 3,0 und mehr mV zu.
Keine Beziehungen zwischen R bzw. R' in Abl.V_1 und den rechtsventrikulären Drucken konnten Barth und Mitarb. (2) sowie Loogen und Varvitsiotis (46) aufstellen. Letztere führen aber an, daß hohe Drucke zu unverhältnismäßig deutlichen EKG-Veränderungen führen können.
Der OUP der R-Zacke: Eine Verbindung zwischen Druckerhöhung und Verspätung der größten Negativitätsbewegung der R-Zacke in V_1 stellten Torner-Soler und Mitarb. (83) fest und gaben an, daß eine Druckerhöhung über 60 mm Hg zu einer OUP-Verspätung von mehr als 0,04 sec führe und daß Druckerhöhung und OUP-Verspätung parallel gehen.
Die QRS-Gruppe: Veränderungen der Kammeranfangsschwankung können bei 30 mm Hg beginnen und sich in Form von rsR', rR's oder rsR's' manifestieren (9). Bei einem Druck über 60 mm Hg kann es zum Auftreten eines Rechtsschenkelblockes kommen (83). QRS wird, wie Schmidt (67) beschreibt, um so rechtstypischer, je höher der Druck im rechten Ventrikel wird. Den Kammerkomplexen in V_1 werden bei einer rsr'-Konfiguration niedere Drucke zugrunde liegen als den rsR'-Gruppen (29, 43), diese wiederum werden niedriger sein als Drucke, die zu qR-, Rs- oder R-Gruppen in V_1 führen (29, 63), die nach Scherlis und Mitarb. (63) für die letzte Gruppe im Durchschnitt 96 mm Hg betragen.
S-T-Segment und T-Zacke: Wie Grosse-Brockhoff und Loogen (28), Gutheil (29) und Klepzig und Mitarb. (39) angeben, kann ab 70 mm Hg mit beginnenden Endteilveränderungen gerechnet werden, die über 100 mm Hg zu ausgeprägter Diskordanz zwischen Kammeranfangs- und Endschwankung führen (6, 28, 29, 39, 45, 67), in Form von S-T-Senkungen und T-Negativierungen. Grosse-Brockhoff und Loogen (28) und Yahini und Mitarb. (93) beschreiben für Drucke zwischen 100 und 150 mm Hg negative T bis V_2. Bei Druckwerten über 150 mm Hg fanden Beuren (7) und Grosse-Brockhoff und Loogen (28) negative T-Zacken über V_4

hinaus bis sogar V_6. Treten negative T und sehr hohe R' bis V_4 auf, spricht dies nach Schmidt (67) ebenfalls für sehr hohe Drucke im rechten Ventrikel.
Die stärkste Diskordanz von QRS und T steht nach Schmidt (68) in direktem Verhältnis zur vermehrten Druckarbeit der rechten Kammer. Silverman und Mitarb. (72) fanden bei keinem der untersuchten Kinder mit einem Druck unter 100 mm Hg ein P-dextrocardiale, R-Zacken über 2,0 mV, abnorme S-T-Segmente und Veränderungen der T-Zacken.
Keine Beziehungen zwischen Kammerendteilveränderungen und Drucken im rechten Ventrikel konnten Loogen und Varvitsiotis (46) herstellen.
Der R/S-Quotient: Zur Erhöhung des R/S-Quotienten über 1,0 in V_1 kommt es bei Drucken über 60 mm Hg (6, 83). De Pasquale und Burch (55) fanden bei ihren Untersuchungen i.a. eine direkte Beziehung zwischen R/S in V_1 und der Druckhöhe in der rechten Kammer.
Zu einer Verkleinerung des R/S-Quotienten in Abl. V_6 führt nach Bentivoglio und Mitarb. (6) ein Druck über 110 mm Hg im rechten Ventrikel.

EKG und Shuntvolumen:
Zu Korrelationsversuchen zwischen EKG-Veränderungen und Shuntvolumen wurden die P-Zacke und der QRS-Komplex herangezogen.
Die P-Zacke: Reindell und Mitarb. (59) stellten bei großem Shuntvolumen erhöhte P-Zacken fest. Ein Shuntvolumen über 40% führt nach Schmidt (67) in Abl. V_1 und V_2 zu einem spitzen P.
Der QRS-Komplex: Ein Kriterium der Volumenüberlastung ist der unvollständige (seltener vollständige) Rechtsschenkelblock, der von Müller-Brunotte (50) in fast 100% der Fälle mit ASD und Links-Rechts-Shunt beschrieben wird. Ebenso ist bei Barth und Mitarb. (2) ein ASD mit einem unvollständigen Rechtsschenkelblock verbunden.
Es führen bei stärkerer Volumenbelastung die größeren Volumen zu breiteren QRS-Gruppen und späteren OUP in V_1, und es kann eine deutliche Beziehung zwischen QRS-Dauer, OUP-Verspätung und Größe des Links-Rechts-Shunts angenommen werden (2). Schmidt (67) stellte rechtstypischeren QRS-Gruppen größere Shuntvolumina gegenüber und gibt speziell R' in V_1 als Maßstab für die Größe des Shuntvolumens an.
Keine Übereinstimmung zwischen EKG-Veränderungen und bestehenden Shuntvolumina konnten Lepeschkin und Schenetten (45) finden.

3. Zusammenstellung der heute gebräuchlichen Kriterien der Rechtshypertrophie aus Literaturangaben

1) Rechtsdrehung der Herzachse über +105 Grad bei jüngeren Kindern und über +90 Grad bei älteren Kindern:
5, 8, 10, 17, 19, 26, 36, 45, 46, 48, 52, 53, 57, 59, 62, 67, 74, 85, 87, 94.

2) Vergrößerung des Achsendifferenzwinkels über 60 Grad:
33, 36, 55, 67, 79.

3) R in aVR größer als 0,5 mV: 9, 43, 63, 74; größer als 0,4 mV: 19.

4) Amplitudenerhöhung von P: P größer als 0,25 mV: 16, 57, 59, 69, 74;
P größer als 0,30 mV: 64.

5) P-Verbreiterung in Abl. V_1: 3, 25, 43, 59, 63.

6) PQ-(PR) Verlängerung in V_1 bis 0,20 sec: 10, 24, 59, 67;
über 0,20 sec: 3, 45, 57, 59.

7) QRS-Konfigurationen in V_1: rSR': 16, 17, 20, 24, 29, 41, 43, 59, 63, 71; rSR's': 59; rsR': 9, 15, 24, 34, 41, 57, 71; rsR's': 9; Rs: 6, 9, 15, 29, 34, 43, 57, 67, 71, 89; RSR': 15, 49, 67; rR's: 9; rR': 16, 63, 71; RR': 15; qRs: 9, 17, 43, 67; qR: 6, 16, 17, 29, 34, 43, 45, 57, 63, 67, 71, 89; R: 6, 24, 29, 43, 63, 71, 89. RS: 6, 17, 63.

8) QRS-Dauer bis 0,10 sec: 3, 17, 20, 25, 26, 31, 33, 48, 49, 57, 59, 62, 87.

9) Partieller Rechtsschenkelblock mit QRS von 0,10 - 0,12 sec: 2, 17, 20, 31, 35, 45, 48, 59, 60, 62, 67, 71, 85, 87, 92.

10) R in V_1 für ältere Kinder über 0,7 mV: 9, 19, 30, 43, 59, 62, 63, 74, 92 (genaue Alterswerte siehe Tab.2).

11) R' in V_1 größer als 1,0 mV: 10, 51, 88; eine zweite R'-Zacke ist stets auf vermehrte Rechtsbelastung verdächtig (68).

12) Fehlendes S in V_1: 10, 51, 88.

13) S in V_1 kleiner als 0,2 mV: 9, 62, 74.

14) R in V_6 kleiner als 0,5 mV: 63, 73; kleiner als 0,4 mV: 9.

15) S in V_6 größer als 0,7 mV: 9, 62, 74.

16) Negative T und S-T-Senkung rechtspraecordial: 20, 28, 29, 39, 45, 47, 67, 74.

17) Positive T in V_1 bis 10 - 12 Jahren: 33, 90.

Indices:

18) R/S in V_1 größer als 4,0 bei Kindern unter 5 Jahren: 9, 74;
größer als 1,0 bei Kindern darüber: 9, 19, 27, 43, 48, 49, 60, 62, 63, 69, 74, 87.

19) R/S in V_6 kleiner als 1,0: 19, 27, 69, 74, 87.

20) Sodi-Pallares-Quotient - Quotient aus R/S in V_6 und R/S in V_1 - kleiner als 0,4: 9, 30, 74.

21) OUP der R-Zacke in V_6 minus OUP der R-Zacke in V_1 wird Null oder negativ: 19, 39, 45, 47, 69, 88.

22) Sokolow - Index bei Rechtshypertrophie - R in V_1 + S in V_6 - wird größer als 1,05 mV: 9, 33, 62, 72, 74, 80.

23) White - Bock - Index - (R I + S III) - (R III + S I) - gleich oder kleiner als -1,5 mV: 62.

Anmerkung: Die Zahlen entsprechen denen der Literaturangabe.

In allen Arbeiten über Rechtshypertrophie bei angeborenen Herzfehlern im Kindesalter wird den rechtsseitigen BWA eine entscheidende Bedeutung zugeschrieben. Es wird ferner über Zusammenhänge zwischen EKG und Hämodynamik berichtet.

In der vorliegenden Arbeit wird anhand eigener Fälle untersucht, inwieweit Beziehungen zwischen EKG und Druck bzw. Shunt bei angeborenen Rechtsherzfehlern aufzustellen sind. Die angegebenen Druckwerte beziehen sich alle auf den rechtsventrikulären Druck; die %-Angaben spiegeln den prozentualen Shuntanteil des Lungendurchflußvolumens wider.

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. MATERIAL UND METHODE

Untersucht wurden 30 Kinder mit angeborenen Rechtsherzfehlern im Alter von 2 - 13 Jahren (Tab.4).

Alters-gruppe	Alter in Jhr.	Zahl der Patienten PS	ASD	PS und ASD	Gesamtzahl
II	2- 3	1	3	0	4
III	4- 6	0	3	3	6
IV	7-10	5	2	2	9
V	11-15	7	3	1	11
Gesamtzahl:		13	11	6	30

Tab.4: Aufteilung der 30 Kinder nach Alter (35) und vorliegendem Herzfehler.

PS = Pulmonalstenose, ASD = Vorhofseptumdefekt Typ secundum.

Von allen Kindern liegen die Ergebnisse der Herzkatheteruntersuchung vor.

Die Registrierung der EKG erfolgte mit dem Siemens-Sechskurven-Mingographen Cardirex 6, einem direktschreibenden Elektrokardiographen. Abgesehen von neun Kindern, bei denen die Ableitungen aVR, aVL und aVF fehlen, wurden folgende Ableitungen geschrieben:

I, II, III, aVR, aVL, aVF sowie die BWA V_1 bis V_6.

Die Ausmessung der EKG-Zacken erfolgte mit einem Siemens Cardiometer Typ D in der von Schröder und Südhoff (69) angegebenen Weise. Die PQ-Strecke galt als Nullinie zur Bestimmung von P, Q, R und S, die TP-Strecke als Nullinie zur T-Bestimmung. Die Bestimmung der Winkel alpha QRS und alpha T wurde gemäß einem Schema von Holzmann durchgeführt, d.h. es wurden jeweils die größten Ausschläge der R- und S-Zacken in den Abl. II und III und die entsprechenden T-Zacken verwendet. Zacken mit einer Amplitude von 0,5 mV und darüber werden mit großen Buchstaben bezeichnet.

Folgende maximale Normalwerte werden in der Arbeit zugrunde gelegt:

a) Heck und Störmer (35)

P II = 0,07 sec (2- 3 J.)
0,08 sec (4-15 J.)

PQ II = 0,15 sec (2- 3 J.)
0,17 sec (4- 6 J.)
0,175 sec (7-10 J.)
0,19 sec (11-15 J.)

QRS II = 0,08 sec (2- 6 J.)
0,09 sec (7-10 J.)
0,10 sec (11-15 J.)

R- und S-Amplituden siehe Tab.2

Ausschlagsrichtung der T-Zacken:

T II = positiv 100% (2-15 J.)

T V_1: negativ 100% (2- 6 J.)
positiv 2% (7-10 J.), negativ 90%
positiv 4% (11-15 J.), negativ 88%

OUP der R-Zacken:

	minimal	maximal
V_1:	0,010 sec	0,027 sec (2- 3 J.)
	0,010 sec (2-15 J.)	0,025 sec (4-10 J.)
	0,010 sec	0,024 sec (11-15 J.)
V_6:	0,010 sec (2- 3 J.)	0,040 sec (2- 3 J.)
	0,016 sec (4- 6 J.)	0,039 sec (4- 6 J.)
	0,020 sec (7-10 J.)	0,040 sec (7-10 J.)
	0,021 sec (11-15 J.)	0,041 sec (11-15 J.)

b) Störmer und Godt (78)

R/S - Quotienten

V_1:	2,000 (2- 3 J.)
	4,600 (4- 6 J.)
(Max.-	1,500 (7-10 J.)
Werte)	1,600 (11-15 J.)

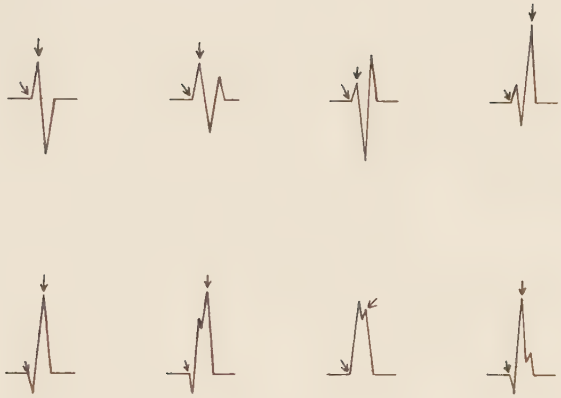

Abb. 1: Schema zur Bestimmung der oberen Umschlagspunkte der R-Zacken nach Schröder und Südhoff.

Pat. (Nr.)	Alt. in Jhr.	p re Ven mm Hg	alpha QRS in Grd.	ADW in Grd	P II mV	P II sec	PQ II sec	R II mV	R III mV	R aVR mV	S II mV	S III mV	QRS II sec	T II	T III	White Bock Index mV	R aVL minus S aVL mal 2 mV
R.A. (4)	3	60	+ 76	17	T geht in P über		ST	+ 2,40	1,80	+ 0,40	0,50	+ 0,00	0,05	pos	pos	+ -1,80	-1,20
B.H. (10)	12	45	+ +113	T=w	+0,15	+ 0,10	+ 0,17	0,70	0,90	0,30	0,40	0,30	0,09	pos	w	-0,30	+0,10
P.E. (11)	12	35	+ 72	29	+0,35	+ 0,10	+ 0,13	++ 1,60	1,10	n.g.	0,60	0,40	++ 0,10	pos	pos	-0,10	n.g.
S.M. (18)	13	50	+ 73	21	+0,20	+ 0,09	0,16	1,10	0,80	0,00	+ 0,00	+ 0,00	0,08	pos	pos	-0,65	-0,90
S.K. (19)	13	40	+ 4	34	iso	-	-	0,55	0,00	0,10	0,10	0,40	0,06	pos	neg	+1,20	+1,20
P.H. (2)	8	90	+ 69	10	+0,15	++ 0,08	0,14	1,20	0,80	n.g.	0,50	0,30	0,08	pos	pos	-0,20	n.g.
B.K. (29)	10	80	+ 78	12	+0,20	0,06	0,13	1,10	0,90	+ 1,00	1,30	0,70	0,06	pos	pos	-0,70	+p.20
B.P. (30)	7	80	+ 90	34	+0,15	++ 0,08	0,12	1,50	1,50	0,20	+ 0,10	+ 0,00	0,06	pos	pos	-1,15	-1,20
S.D. (1)	7	180	+ +119	T=w	+ +0,30	+ 0,09	+ 0,15	+ 1,90	+ 3,60	+ 0,40	+ 0,10	+ 0,30	+ 0,14	pos	w	+ -4,60	+ -4,60
M.M. (6)	7	110	++ + 97	+ 66	+0,10	0,06	0,14	1,20	1,40	0,15	+ 0,00	+ 0,00	0,06	pos	pos	-1,20	-0,60
H.N. (9)	8	150	+ +178	+ 163	+0,20	++ 0,08	0,12	0,35	r= 0,05 R'= + 1,00	+ 0,85	0,90	s= 0,40 s'= 0,25	0,08	pos	neg	s= +0,25 s'= -0,85	-0,60
W.H. (3)	11	155	++ +103	38,5	+0,10	++ 0,08	0,15	+ 1,80	+ 2,40	r= 0,15 R'= + 0,70	0,50	+ 0,00	0,08	pos	pos	+ -3,00	+ -2,20
W.W. (22)	13	110	+ 88	41	+0,20	++ 0,08	0,16	+ 1,70	+ 1,60	r= 0,10 R'= ± 0,75	0,60	+ 0,15	0,08	pos	pos	+ -1,90	+ -1,80

Fortsetzung der Tabelle s. nächste Seite

Pat. (Nr.)	P V_1 mV	P V_1 sec	PQ V_1 sec	R V_1 mV	R' V_1	S V_1 mV	S' V_1 mV	QRS V_1 sec	QRS Form	OUP RV_1 sec	V_1 S-T	V_1 T	R V_6 mV	S V_6 mV	OUP RV_6 sec	R/S V_1	R/S V_6	OUP-Diff. sec	R V_1 plus S V_6 mV	R/SV1 / R/SV6
R.A.					+				+	+		+						+		
(4)	+0,20	ST	ST	1,00	0,30	0,60	0,00	0,06	RSr'	0,04	iso	pos	1,10	0,30	0,03	1,67	3,67	-0,01	1,30	2,19
B.H.					+			++	+	+		+			+			+		
(10)	+0,05	0,06	0,15	0,15	0,45	0,30	0,00	0,10	rsr'	0,07	iso	w	1,40	0,20	0,02	1,50	7,00	-0,05	0,65	4,60
P.E.	+	+			+			++	+	+		+				+		+	++	
(11)	+0,25	0,09	0,12	0,30	0,70	0,20	0,85	0,10	rsR'S'	0,05	iso	w	1,30	0,43	0,04	1,50	2,90	-0,01	1,15	1,90
S.M.		+								+		+					+	+		
(18)	w	0,10	0,15	0,30	0,00	0,50	0,00	0,08	rS	0,03	iso	pos	1,10	0,00	0,03	0,60	1,10	0,00	0,30	1,83
S.K.																	+			
(19)	+0,20	0,06	0,12	0,35	0,00	1,40	0,00	0,08	rS	0,02	iso	neg	2,00	0,00	0,04	0,25	2,20	+0,02	0,35	8,80
P.H.									+	+		+				+		+	+	
(2)	+0,10	0,06	0,14	0,90	0,00	0,60	0,00	0,08	RS	0,05	iso	pos	1,80	0,30	0,04	1,50	4,70	-0,01	1,20	3,13
B.K.	+			+		+			+	+		+				+	+	+	+	+
(29)	+0,30	0,06	0,14	3,00	0,00	0,30	0,00	0,08	Rs	0,05	iso	pos	0,90	1,00	0,03	10,00	0,90	-0,02	4,00	0,09
B.P.				+					+	+		+			+	+	+	+	+	
(30)	+0,15	0,05	0,12	3,20	0,00	2,20	0,00	0,08	RS	0,03	iso	pos	0,80	0,00	0,02	1,45	0,80	-0,01	3,20	0,55
S.D.		++		+					+	+	+	+				+		++	+	+
(1)	+0,20	0,08	0,16	4,00	0,00	0,40	0,00	0,08	Rs	0,03	-0,25	w	1,50	0,50	0,035	10,00	3,00	+0,005	4,50	0,30
M.M.					+				+	+		+			+			+		
(6)	+0,15	0,06	0,14	0,40	0,30	0,55	0,00	0,06	rr'S	0,04	iso	pos	1,40	0,05	0,02	0,57	28,00	-0,02	0,55	49,2
H.N.	+			+		+			+	+					+	+	+	+	+	+
(9)	+0,60	0,06	0,14	3,00	0,00	0,00	0,00	0,08	R	0,06	iso	neg	0,60	0,80	0,01	3,00	0,75	-0,05	3,80	0,25
W.H.					+	+			+	+		+		+		+	+	+	+	+
(3)	+0,20	0,06	0,16	0,40	2,90	0,20	0,00	0,07	rR's	0,06	iso	pos	2,80	1,30	0,04	14,00	2,15	-0,02	1,70	0,14
W.W.					+	+			+	+				+	+	+	+	+	+	
(22)	+0,20	0,06	0,16	0,15	2,20	0,00	0,00	0,08	rR'	0,06	iso	neg	1,40	0,60	0,045	2,20	2,33	-0,015	2,80	1,05

Tab. 6: EKG-Daten der Patienten mit P.S. Erkl.: p re Ven = Druck im rechten Ventrikel (systolisch), ADW = Achsendifferenzwinkel, w = wechselsinnig, pos = positiv, neg = negativ, n.g. = nicht geschrieben, tota avB = totaler av-Block, gk = gekreuzter Shunt, iso = isoelektrisch, nn = nicht nachweisbar, ST = Sinustachykardie, + = pathologisch, ++ = fraglich pathologisch, OUP-Diff. = OUP RV_6 - OUP RV_1 gr = gering, Alt. in Jhr. = Alter in Jahren.

Pat. (Nr.)	P V_1 mV	P V_1 sec	PQ V_1 sec	R V_1 mV	R' V_1 mV	S V_1 mV	S' V_1 mV	QRS V_1 sec	QRS V_1 Form	OUP RV_1 sec	V_1 S-T	V_1 T	R V_6 mV	S V_6 mV	OUP RV_6 sec	R/S V_1	R/S V_6	OUP-Diff. sec	R V_1 plus S V_6 mV	R/SV6 / R/SV_1
P.G. (13)	+0,20	0,07	0,16	0,80	0,00	0,20	0,00	0,10	Rs	0,05	iso	w	1,15	0,15	0,03	4,00	7,66	-0,02	0,95	1,91
M.W. (23)	+0,30	0,06	0,13	2,10	0,00	1,20	0,00	0,08	RS	0,03	iso	w	1,30	0,70	0,025	1,75	1,85	-0,005	2,8	1,05
R.M. (25)	+0,40	0,08	0,14	1,70	0,00	0,60	0,00	0,06	RS	0,03	iso	w	0,60	0,90	0,02	2,83	0,64	-0,01	2,60	0,22
B.M. (26)	+0,25	0,06	0,12	1,95	0,00	0,20	0,00	0,08	Rs	0,06	iso	w	0,70	0,65	0,03	9,75	1,07	-0,03	2,60	0,11
W.A. (27)	+0,25	0,04	0,14	0,95	0,00	0,00	0,00	0,08	R	0,04	iso	neg	0,70	0,50	0,02	0,95	1,40	-0,02	1,45	1,47
F.H. (28)	+0,25	0,06	0,12	0,35	1,80	0,15	0,00	0,08	rsR'	0,05	iso	w	1,10	0,50	0,03	12,00	2,20	-0,02	2,30	0,18
B.A. (17)	+0,35	0,06	0,13	0,25	1,20	0,70	0,00	0,10	rR'S	0,05	iso	w	1,55	0,35	0,03	1,71	4,43	-0,02	1,55	2,59
M.H. (24)	+0,20	0,07	tota avB	0,20	0,00	1,60	0,00	0,08	rS	0,02	iso	neg	1,60	0,00	0,04	0,13	1,20	+0,02	0,20	9,60
K.R. (12)	+0,10	0,06	0,13	0,10	0,55	0,10	0,30	0,08	rsR's'	0,06	iso	neg	1,05	0,35	0,03	1,83	3,00	-0,03	0,90	1,63
B.K. (20)	+0,20	0,06	0,20	0,20	0,45	0,25	0,00	0,08	rsr'	0,06	iso	w	1,80	0,40	0,04	1,80	4,50	-0,02	0,85	2,50
P.H. (21)	+0,20	0,10	0,19	0,10	0,60	0,65	0,00	0,08	rSR'	0,01	iso	neg	1,90	0,20	0,04	0,92	9,50	+0,03	0,80	10,32

Tab. 7: EKG-Daten der Patienten mit ASD Typ secundum. Erkl. s. Tab. 6.

Pat. (Nr.)	Alt. in Jhr.	p re Ven mm Hg	SV %	alpha QRS in Grd.	ADW in Grd.	P II mV	P II sec	PQ II sec	R II mV	R III mV	R aVR mV	S II mV	S III mV	QRS II sec	T II	T III	White Bock Index mV	R aVL minus S aVL mal 2 mV
P.G.						+	+	+					+	++				
(13)	3	38	25	+ 88	T=w	+0,30	0,10	0,15	0,90	0,85	n.g.	0,00	0,00	0,08	pos	w	-1,00	n.g.
M.W.				+			+				+			++				
(23)	2	50	60	+115	T=w	+0,15	0,08	0,14	0,60	0,70	0,50	0,50	0,10	0,08	pos	w	-0,80	-0,90
R.M.				+			+				+		+					
(25)	2	35	45	+113	T=w	+0,15	0,08	0,13	0,50	0,80	0,40	0,10	0,00	0,06	pos	w	-0,90	-1,10
B.M.				+			++				+			++			++	
(26)	4	30	50	+107	T=w	+0,20	0,08	0,12	1,10	1,30	0,50	0,50	0,20	0,08	pos	w	-1,50	-1,10
W.A.							++				+			+				
(27)	5	30	40	+ 82	T=w	+0,20	0,08	0,15	1,00	0,85	0,40	0,40	0,20	0,09	pos	w	-0,60	-0,40
F.H.						+	++				r=			++				
(28)	5	40	56	+ 66	T=w	+0,30	0,08	0,12	1,00	0,60	0,05 r'= 0,40	0,50	0,20	0,08	pos	w	-0,45	-0,40
B.A.						+	++						+	+				
(17)	7	35	40	+ 83	T=w	+0,30	0,08	0,14	1,15	1,00	n.g.	0,40	0,00	0,10	pos	w	-0,10	n.g.
M.H.						+	++	+				+	+	+				
(24)	9	30	nn	+ 78	17	+0,30	0,08	tota avB	1,15	0,90	0,00	0,00	0,00	0,10	pos	pos	-0,85	-0,30
K.R.					+		+											
(12)	11	26	gk	+ 86	80	+0,15	0,10	0,14	1,00	0,90	0,30	0,45	0,15	0,09	pos	neg	-1,00	-0,90
B.K.							+	+		r=	r=							
(20)	12	40	50	+ 82	20	+0,20	0,09	0,20	0,60	0,15 R'= 0,50	0,10 r'= 0,30	0,20	0,15	0,09	pos	pos	-0,05	-0,20
P.H.				+	+		++			R=				++		+		
(21)	13	40	55	+100	105	+0,15	0,08	0,14	0,65	0,80 r'= 0,10	0,20	0,10	0,15	0,10	pos	-0,15	-0,50	-0,60

Fortsetzung der Tabelle s. nächste Seite

Pat. (Nr.)	Alt. in Jhr.	pre Ven mm Hg	SV %	alpha QRS in Grd.	ADW in Grd.	P II mV	P II sec	PQ II sec	R II mV	R III mV	R aVR mV	S II mV	S III mV	QRS II sec	QRS II	T III	White Bock Index mV	R aVL minus S aVL mal 2 mV
L.G. (7)	4	70	32	+118	68	+0,20	0,08	0,15	0,45	0,80	0,90	0,90	0,00	0,08	pos	pos	-1,40	-1,40
B.C. (15)	4	65	50	+110	65	+0,20	0,08	0,12	1,40	2,10	n.g.	0,70	0,10	0,06	pos	pos	-2,70	n.g.
S.J. (16)	4	130	35	+135	T=w	+0,40	0,08	0,16	0,65	2,40	1,45	0,00	0,00	0,06	neg	w	-4,55	-3,80
E.I. (8)	9	90	w	+ 86	27	+0,05	0,08	0,12	1,20	1,10	n.g.	0,10	0,15	0,07	pos	pos	-0,55	n.g.
S.W. (14)	10	35	gr	+ 48	6	+0,20	0,08	0,12	1,60	0,50	n.g.	0,05	0,05	0,07	pos	pos	+0,65	n.g.
F.E. (5)	13	38	gk	+ 75	16	+0,20	0,08	0,13	1,10	0,50	n.g.	0,10	0,00	0,07	pos	pos	-0,15	n.g.

Pat. (Nr.)	P V_1 mV	P V_1 sec	PQ V_1 sec	R V_1 mV	R' V_1 mV	S V_1 mV	S' V_1 mV	QRS V_1 sec	QRS V_1 Form	OUP RV_1 sec	V_1 S-T	V_1 T	R V_6 mV	S V_6 mV	OUP RV_6 sec	R/S V_1	R/S V_6	OUP-Diff. sec	R V_1 plus S V_6 mV	R/S V_6 / R/S V_1
L.G. (7)	+0,30	0,06	0,15	3,70	0,00	0,90	0,00	0,08	RS	0,04	-0,20	w	0,60	1,10	0,03	4,11	0,54	-0,01	4,80	0,13
B.C. (15)	+0,20	0,06	0,12	1,40	0,00	1,40	0,00	0,06	RS	0,03	iso	pos	1,40	1,30	0,02	1,00	1,07	-0,01	2,70	1,07
S.J. (16)	+0,20	0,05	0,14	4,00	0,00	0,20	0,00	0,08	Rs	0,04	iso	w	0,20	1,10	0,02	20,0	0,18	-0,02	5,10	0,009
E.I. (8)	+0,15	0,06	0,13	0,80	0,00	1,50	0,00	0,10	RS	0,02	iso	w	1,10	0,00	0,02	0,57	1,10	0,000	0,80	1,93
S.W. (14)	-0,10	0,06	0,10	0,35	0,30	0,60	0,00	0,08	rSr'	0,02	iso	neg	1,80	0,10	0,04	0,58	18,0	+0,02	0,45	31,03
F.E. (5)	+0,05	0,06	0,12	0,60	0,00	0,60	0,00	0,07	RS	0,03	iso	pos	0,80	0,00	0,02	1,00	0,80	-0,01	0,60	0,80

Tabelle 8: EKG-Daten der Patienten mit PS und ASD Typ secundum. Erkl.: s. Tab. 6

V_6:	1,500	(2- 3 J.)
	1,666	(4- 6 J.)
(Min.-	2,200	(7-10 J.)
Werte)	2,666	(11-15 J.)

c) Heck und Störmer (81)

Sokolow-Index = $R V_1 + S V_6$
siehe Tab.3

d) Lee und Scherlis (43)

$P V_1$ = 0,08 sec
$P V_1$ = 0,25 mV

e) Pryor und Mitarb. (57)

P II = 0,25 mV

f) Halhuber und Günther (33)

White-Bock-Index (R I + S III) - (R III + S I)
= -1,5 mV

g) Braunwald und Mitarb. (9)

Sodi-Pallares-Quotient:

$$\frac{R/S\ V_6}{R/S\ V_1} = 0,4 \text{ (Minimalwert)}$$

h) Schröder und Südhoff (69)

Zur Bestimmung der OUP der R-Zacken wird nach dem in Abb. 1 aufgezeichneten Schema vorgegangen.

II. ERGEBNISSE

1. Elektrokardiographische Befunde

Die EKG-Befunde aller 30 Kinder sind in den Tab. 6 - 8 nachzulesen. Im folgenden werden nur die pathologischen Werte aufgeführt.

a) Rechtswiderstandshypertrophie am Beispiel der Pulmonalstenose mit intaktem Vorhof- und Kammerseptum:

Entsprechend einem Vorschlag von Schmidt (67) wurden die 13 Patienten mit reiner PS nach der Druckhöhe im rechten Ventrikel in drei Gruppen eingeteilt.
Bei den Patienten 3, 10, 11, 21 und 22 wurde angiographisch ein sehr kleiner ASD Typ secundum nachgewiesen. Da ein Shuntvolumen fehlte, werden diese Patienten den reinen PS zugeordnet.

Altersgruppe	Alter in Jahren	Gruppe A mäßige PS mit syst. Druck unter 70 mm Hg	Gruppe B mittelschwere PS mit syst. Druck zwischen 70 u. 100 mm Hg	Gruppe C schwere PS mit syst. Druck über 100 mm Hg
II	2- 3	1 (4)	0	0
III	4- 6	0	0	0
IV	7-10	0	3 (2, 29, 30)	3 (1, 6, 9)
V	11-15	4 (10,11,18,19)	0	2 (3, 22)

Tab. 5: Verteilung der Patienten mit PS entsprechend der Schwere und nach Altersgruppen. Die Zahlen in Klammern entsprechen der Numerierung der Patienten.

Gruppe A - mäßige Pulomonalstenose
Altersgruppe II, Pat.4:
a) Extremitätenableitungen

Es wurde in Abl. II ein R mit 2,4 mV gefunden, das im Vergleich mit dem maximalen Normalwert von 2,02 mV nach Heck und Störmer als pathologisch anzusehen ist. In Abl. aVR ist R mit 0,4 mV als hypertrophieverdächtig anzusehen.
Der White-Bock Index erfüllt mit -1,8 mV die Bedingungen eines Hypertrophiekriteriums.

Pathologische Befunde:

R II	=	2,4 mV
RaVR	=	0,4 mV
White-Bock-Index	=	-1,8 mV

b) Brustwandableitungen

In Abl. V_1 erreicht die R-Amplitude 1,0 mV, R' 0,3 mV. Der Kammerkomplex wies bei einer Dauer von 0,05 sec eine pathologische RSr'-Form auf.
Der OUP der R-Zacke in V_1 tritt mit 0,04 sec verspätet auf.
Die T-Zacke in V_1 ist positiv.
Der Differenzwert der OUP für R in V_6 und V_1 liegt mit -0,01 sec außerhalb des physiologischen Bereichs.
Der Sokolow- sowie der Sodi-Pallares-Quotient sind normal.

Pathologische Befunde:

QRS V_1	=	RSr'
OUP R V_1	=	0,04 sec
T V_1	=	positiv
OUP RV_6 - OUP RV_1	=	-0,01 sec

Altersgruppe V, Pat.10,11,18,19:

a) Extremitätenableitungen

Eine Rechtsdrehung der Herzachse wird nur bei Pat.10 mit +113 Grad gefunden. Der zugehörige Achsendifferenzwinkel wurde wegen biphasischer T nicht bestimmt.
Die P-Zacke in Abl.II lag nur bei Pat.11 mit +0,35 mV im pathologischen Bereich. Die P-Dauer in II war bei Pat.10 und 11 mit je 0,10 sec und bei Pat.18 mit 0,09 sec verlängert.
Bei Zugrundelegung der Normalwerte nach Heck und Störmer liegt R II mit 1,6 mV bei Pat.11 an der oberen Normgrenze. Die Kammeranfangsschwankung liegt bei Pat.11 für II mit 0,10 sec an der oberen Normgrenze.
Bei keinem der Patienten finden sich veränderte Indices.

Pathologische Befunde:

Pat.10:	alpha QRS	=	+113 Grad	
	P II	=	0,10 sec	
Pat.11:	P II	=	+0,35 mV	
	P II	=	0,10 sec	
	R II	=	1,6 mV,	fragl.path.
	QRS II	=	0,10 sec,	fragl.path.
Pat.18:	P II	=	0,09 sec	

b) Brustwandableitungen

Nur bei Pat.11 fand sich eine pathologisch erhöhte P-Zacke von +0,25 mV in Abl.V_1. Die P-Breite war bei Pat.11 mit 0,09 sec und bei Pat.18 mit 0,10 sec pathologisch. Eine R'-Zacke in V_1 über 0,7 mV wurde nur bei Pat.11 gefunden. S in V_1 findet sich mit 0,2 mV an der unteren Normgrenze bei Pat.11, gleichzeitig wird ein S' von 0,85 mV gemessen. Mit 0,10 sec liegen die QRS-Gruppen von Pat.10 und 11 an der oberen Normgrenze. Bei beiden sieht man gesplitterte Kammergruppen: rsr' bei Pat.10 und rsR'S' bei Pat.11.
Die OUP der R-Zacken in V_1 ergaben bei Pat.10 0,07 sec, Pat.11 0,05 sec und Pat.18 0,03 sec. Sie sind also hypertrophieverdächtig.
T in V_1 war bei Pat.10 und 11 wechselsinnig, bei Pat.18 positiv und bei Pat.19 negativ.
Der OUP von R in V_6 liegt nur bei Pat.10 mit 0,02 sec an der unteren Grenze des Normbereichs.
Einwandfrei pathologische R/S-Quotienten in V_1 ergaben sich für die Pat.10 und 11 mit je 1,5.
Die OUP-Differenzen zwischen RV_6 und RV_1 waren bei Pat.10 mit -0,05 sec, Pat.11 mit -0,01 sec und Pat.18 mit 0,00 sec unterhalb der normalen Schwankungsbreite.
Der Sokolow-Index ergab für Pat.11 mit 1,15 einen an der oberen Normgrenze liegenden, d.h. fraglich pathologischen Wert.

	Pathologische Befunde:		
Pat.10:	QRS in V_1	=	0,10 sec, fragl.path.
	QRS in V_1	=	rsr'
	OUP R V_1	=	0,07 sec
	T V_1	=	wechselsinnig
	OUP R V_6	=	0,02 sec
	R/S V_1	=	1,5
OUP RV_6 -	OUP RV_1	=	-0,05 sec
Pat.11:	P V_1	=	+0,25 mV
	P V_1	=	0,09 sec
	R'V_1	=	0,70 mV
	QRS V_1	=	0,10 sec, fragl.path.
	QRS V_1	=	rsR'S'
	OUP R V_1	=	0,05 sec
	T V_1	=	wechselsinnig
	R/S V_1	=	1,5
OUP RV_6 -	OUP RV_1	=	-0,01 sec
Sokolow -	Index	=	1,15, fragl.path.

Fortsetzung Pathologische Befunde:

Pat.18:	OUP R V_1	=	0,03 sec
	P V_1	=	0,10 sec
	T V_1	=	positiv
	OUP RV_6 - OUP RV_1	=	0,00 sec
	R/S V_6	=	1,1
Pat.19:	R/S V_6	=	2,2

Gruppe B - mittelschwere Pulmonalstenose
Altersgruppe IV, Pat.2, 29, 30:

a) Extremitätenableitungen

Eine fraglich pathologisch verbreiterte P-Zacke wird mit je 0,08 sec bei Pat.2 und 30 gefunden.
R in aVR lag bei Pat.29 mit 1,0 mV weit über dem normalen Grenzwert von 0,4 mV.

Pathologische Befunde:

Pat.2:	P II	=	0,08 sec, fragl.path.
Pat.29:	R in aVR	=	1,0 mV
Pat.30:	P II	=	0,08 sec, fragl.path.

b) Brustwandableitungen

Bei Pat.29 zeigt P in V_1 eine deutliche Amplitudenerhöhung auf +0,3 mV.

Die R-Amplitude in V_1 lag mit mehr als 3,0 (Pat.29) bzw. 3,2 mV (Pat.30) über den Normalwerten. Bei Pat.29 lag die S-Amplitude in V_1 mit 0,3 mV unter dem minimalen Wert von 0,4 mV nach Heck und Störmer.
Die QRS-Dauer in V_1 zeigte Werte zwischen 0,07 und 0,08 sec, es lagen RS- (Pat.2 und 30) und Rs-Konfigurationen (Pat.29) vor. Der OUP der R-Zacke in V_1 wurde bei allen Patienten über 0,025 sec gefunden: Pat.2 und 29 mit 0,05 sec und Pat.30 mit 0,03 sec.
Die Kammerendteile zeigten bei stets positiven T-Zacken regelrechte S-T-Segmente.
Der OUP der R-Zacke in V_6 bewegte sich bei Pat.30 mit 0,02 sec an der unteren Grenze der Norm.
Die R/S-Quotienten in V_1 waren dreimal pathologisch: 1,5 (Pat.2), 1,45 (Pat.30) und 10,0 (Pat.29).

Legt man für R/S in V_6 den Minimalwert nach Heck und Störmer von 2,2 zugrunde, liegen die Pat.29 und 30 mit je 0,9 und 0,8 deutlich darunter.

Die OUP-Differenzwerte sind immer negativ: -0,01 (Pat.2 und 30), -0,02 (Pat.29).
Der Sokolow-Index ist mit folgenden Werten stets pathologisch über den normalen Maximalwert vergrößert:

1,2 (Pat.2), 4,0 (Pat.29), 3,2 (Pat.30).

Der Sodi-Pallares-Quotient ist nur für Pat.29 mit 0,09 pathologisch.

Pathologische Befunde:

Pat.2:	QRS in V_1	=	RS
	OUP RV_1	=	0,05 sec
	T V_1	=	positiv
	R/S in V_1	=	1,5
	OUPRV_6 - OUPRV_1	=	-0,01 sec
	R V_1 + S V_6	=	1,2 mV
Pat.29:	P V_1	=	+0,3 mV
	R V_1	=	größer als 3,0 mV
	S V_1	=	0,3 mV
	QRS V_1	=	Rs
	OUP R V_1	=	0,05 sec
	T V_1	=	positiv
	R/S V_1	=	10,0
	R/S V_6	=	0,09
	OUPRV_6 - OUPRV_1	=	-0,02 sec
	R V_1 + S V_6	=	größer als 4,0 mV
	$\frac{\text{R/S in } V_6}{\text{R/S in } V_1}$	=	0,09
Pat.30:	R V_1	=	3,2 mV
	QRS V_1	=	RS
	OUP R V_1	=	0,03 sec
	T V_1	=	positiv
	OUP R V_6	=	0,02 sec
	R/S V_1	=	1,45
	R/S V_6	=	0,8
	OUPRV_6 - OUPRV_1	=	-0,01 sec
	R V_1 + S V_6	=	3,2 mV

Gruppe C - schwere Pulmonalstenose
Altersgruppe IV, Pat.1, 6, 9:
a) Extremitätenableitungen

Pat.1 und 9 zeigten mit +119 bzw.+178 Grad pathologische Winkel alpha QRS, Pat.6 mit +97 Grad wird als fraglich pathologisch betrachtet. Der Achsendifferenzwinkel für Pat.1 wurde wegen wechselsinniger T-Zacken nicht bestimmt. Für Pat.6 und Pat.9 war dieser mit +66 bzw. +163 Grad als nicht normal anzusehen.
Eine pathologisch erhöhte P-Zacke in II zeigte lediglich Pat.1 mit einer Amplitude von +0,3 mV und einer pathologischen Dauer von 0,09 sec. Die P-Dauer ist für Pat.9 mit 0,08 fraglich pathologisch. Die R-Zacken in den Abl.II und III hatten bei Pat.1 Amplituden von 1,9 bzw. 3,6 mV und gelten als vergrößert. In Abl. aVR war R für Pat.1 mit 0,4 mV und für Pat.9 mit 0,85 mV im Sinne einer Rechtshypertrophie vergrößert.
Die QRS-Gruppe in II zeigte für Pat.1 mit 0,14 sec das Bild eines kompletten Rechtsschenkelblockes.
Von den Indices waren für Pat.1 der White-Bock-Index mit -4,6 mV und (R aVL - S aVL) x 2 mit -4,6 im Sinne einer Rechtshypertrophie verändert.

	Pathologische Befunde:		
Pat.1:	alpha QRS	=	+119 Grad
	P II	=	+0,3 mV
	P II	=	0,09 sec
	R II	=	1,9 mV
	R III	=	3,6 mV
	R aVR	=	0,4 mV
	QRS II	=	0,14 sec
	White-Bock-Index	=	-4,6 mV
	(R aVL - S aVL)x2	=	-4,6 mV
Pat.6:	alpha QRS	=	+97 Grad, fragl.path.
	Achsendifferenz-winkel	=	66 Grad
Pat.9:	alpha QRS	=	+178 Grad
	Achsendifferenz-winkel	=	163 Grad
	P II	=	0,08 sec, fragl.path.
	R aVR	=	0,85 mV

b) Brustwandableitungen

Abl. V_1 zeigte bei Pat. 9 ein P von +0,6 mV. Die P-Dauer bei Pat.1 ist mit 0,08 sec fraglich pathologisch.
R in Abl. V_1 war mit mehr als 4,0 mV bei Pat.1 und mit 3,0 mV bei Pat.9 stark erhöht. S in V_1 fehlte bei Pat.9.
Die Kammeranfangsschwankungen waren stets normal breit und zeigten die folgenden Konfigurationen: Rs (Pat.1), rr'S (Pat.6), R (Pat.9). Die OUP der R-Zacke in V_1 traten stets verspätet auf mit 0,03 sec (Pat.1), 0,04 sec (Pat.6), 0,06 sec (Pat.9); in Abl. V_6 lag der Wert für Pat.6 mit 0,02 sec an der unteren Grenze, bei Pat.9 fand sich mit 0,01 sec eine Verkürzung.
Die T-Zacke in V_1 war bei Pat.1 wechselsinnig mit gleichzeitiger S-T-Senkung bis V_4, bei Pat.6 positiv ohne S-T-Veränderungen und bei Pat.9 negativ bei gleichzeitiger S-T-Senkung bis V_4.
Die R/S-Quotienten in V_1 lagen für Pat.1 mit 10,0 und für Pat.9 mit 3,0 in pathologischen Bereichen. R/S in V_6 war nur bei Pat.9 mit 0,75 unter der unteren Grenze zu finden.
Die OUP-Differenzwerte lagen mit -0,02 sec (Pat.6) und -0,05 sec (Pat.9) unterhalb der Normbereiche, der Wert +0,005 sec (Pat.1) wird als fraglich pathologisch angesehen.
Der Sokolow-Index ist pathologisch bei Pat.1 mit 4,5 mV bzw. für Pat.9 mit 3,8 mV.
Der Sodi-Pallares-Quotient war wiederum nur bei Pat.1 (kleiner als 0,3) und bei Pat.9 (0,25) pathologisch.

Pathologische Befunde:

Pat.1:	P V_1	=	0,08 sec, fragl.path.
	R V_1	=	größer als 4,0 mV
	QRS V_1	=	Rs
	OUP R V_1	=	0,03 sec
	S-T-Strecke	=	bis V_4 um 0,25 mV gesenkt
	T V_1 - 5	=	wechselsinnig
	R/S V_1	=	größer als 10,0
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	+ 0,005 sec, fragl.path.
	Sokolow-Index	=	4,5 mV
	Sodi-Pallares-Quotient	=	kleiner als 0,3

Pat.6:	QRS V_1	=	rr'S
	OUP R V_1	=	0,04 sec
	T V_1	=	positiv
	OUP R V_6	=	0,02 sec, fragl.path.
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,02 sec
Pat.9:	P V_1	=	+0,6 mV
	R V_1	=	3,0 mV
	S V_1	=	fehlt
	QRS V_1	=	R
	OUP R V_1	=	0,06 sec
	S-T-Strecke	=	gesenkt von V_{2-4} um 0,2-0,4 mV
	OUP R V_6	=	0,01 sec
	R/S V_1	=	3,0
	R/S V_6	=	0,75
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,05 sec
	Sokolow-Index	=	3,8 mV
	Sodi-Pallares-Quotient	=	0,25

Altersgruppe V, Pat.3, 22:

a) Extremitätenableitungen

Eine ausgesprochene Rechtsdrehung wird nicht gefunden; jedoch liegt der Winkel alpha QRS bei Pat.3 mit +103 Grad in einem fraglich pathologischen Bereich. Die P-Breite ist mit 0,08 sec bei beiden Patienten fraglich pathologisch. Die R-Zacken sind in II und III mit 1,8 bzw. 2,4 mV (Pat.3) und 1,7 bzw. 1,6 mV (Pat.22) vergrößert.
Der White-Bock-Index sowie der Index für die Goldberger-Ableitung sind für beide Patienten pathologisch.

Pathologische Befunde:

Pat.3:	alpha QRS	=	+103 Grad, fragl.path.
	P II	=	0,08 sec, fragl.path.
	R II	=	1,8 mV
	R III	=	2,4 mV
	R'aVR	=	0,7 mV
	White-Bock-Index	=	-3,0 mV
	(RaVL - SaVL) x 2	=	-2,2 mV

Fortsetzung Pathologische Befunde:

Pat.22:	P II	=	0,08 sec, fragl.path.
	R II	=	1,7 mV
	R III	=	1,6 mV
	R'aVR	=	0,75 mV
	White-Bock-Index	=	-1,9 mV
	(RaVL - SaVL)x2	=	-1,8 mV

b) Brustwandableitungen

Die R'-Zacken in V_1 sind für Pat.2 mit 2,9 mV und für Pat.22 mit 2,2 mV pathologisch.

S in V_1 liegt bei Pat.3 mit 0,2 mV an der unteren Normgrenze, bei Pat.22 fehlt es. Die QRS-Gruppen in V_1 zeigen bei normaler Dauer folgende pathologische Konfigurationen: rR'S (Pat.3) und rR' (Pat.22).

Die T-Zacke in V_1 ist bei Pat.3 positiv bei normaler S-T-Strecke. Sie S-Zacken in V_6 liegen über dem Normalwert von 0,3 mV und betragen 1,3 mV (Pat.3) bzw. 0,6 mV (Pat.22).

Die OUP-Werte betragen in V_1 0,06 sec für Pat.3 und 0,07 sec für Pat.22.

Folgende pathologische R/S-Quotienten finden sich in V_1 und V_6:

V_1: 2,0 (r des Pat.3), 14,5 (R' des Pat.3), 2,2 (Pat.22)

V_6: 2,15 (Pat.3), 2,33 (Pat.22).

Die OUP-Differenzen sind in beiden Fällen negativ: -0,02 sec (Pat.3) und -0,015 sec (Pat.22).

Der Sckolow-Index mit 1,7 mV (Pat.3) und 2,8 mV (Pat.22) ist in beiden Fällen wiederum pathologisch.

Der Sodi-Pallares-Quotient ist bei Pat.3 für R' mit 0,14 pathologisch, während er bei Zugrundelegung der R/S-Quotienten von 2,0 (für r) mit 1,07 noch im Normalbereich liegt und höchstens als fraglich pathologisch bezeichnet werden kann.

Pathologische Befunde:

Pat.3:	$R'V_1$	=	2,9 mV
	$S\ V_1$	=	0,2 mV
	QRS V_1	=	rR's
	OUP RV_1	=	0,06 sec
	T V_1	=	positiv
	S V_6	=	1,3 mV
	R/S V_1	=	2,0
	R'/S V_1	=	14,5
	R/S V_6	=	2,15
	OUP RV_6 - OUP RV_1	=	-0,02 sec
	Sokolow-Index	=	1,7 mV
	Sodi-Pallares-Quotient	=	0,14
Pat.22:	$R'V_1$	=	2,2 mV
	$S\ V_1$	=	fehlt
	QRS V_1	=	rR'
	OUP RV_1	=	0,06 sec
	S V_6	=	0,6 mV
	R'/S V_1	=	2,2
	R/S V_6	=	2,33
	OUP RV_6 - OUP RV_1	=	-0,015 sec
	Sokolow-Index	=	2,8 mV

b) Rechtsvolumenhypertrophie beim Vorhofseptumdefekt Typ secundum:

Altersgruppe II, Pat.13, 23, 25

a) Extremitätenableitungen

Die Winkel alpha QRS betragen für Pat.23 +115 und Pat.25 +113 Grad und sind pathologisch verändert.

Die P-Zacke in II war mit +0,3 mV bei Pat.13 erhöht. Die P-Breite in Abl.II wird bei Pat.13 mit 0,10 sec und bei Pat.23 und Pat.25 mit je 0,08 sec über dem Maximalwert von 0,07 sec (35) gefunden. Die PQ-Dauer liegt nur bei Pat.13 mit 0,15 sec nahe der oberen Grenze von 0,152 sec (35).
R in aVR ist auf 0,5 mV (Pat.23) bzw. 0,4 mV (Pat.25) vergrößert (19).

Die QRS-Breite liegt für Pat.13 und 23 an der oberen Grenze und wird mit je 0,08 sec als fraglich pathologisch angesehen,

Pathologische Befunde:

Pat.13:	P II	=	+0,3 mV
	P II	=	0,10 sec
	PQ II	=	0,15 sec
	QRS II	=	0,08 sec, fragl.path.
Pat.23:	alpha QRS	=	+115 Grad
	P II	=	0,08 sec
	R aVR	=	0,5 mV
	QRS II	=	0,08 sec, fragl.path.
Pat.25:	alpha QRS	=	+113 Grad
	P II	=	0,08 sec
	R aVR	=	0,4 mV

b) Brustwandableitungen

In Abl. V_1 zeigen Pat.23 mit +0,3 mV und Pat.25 mit +0,4 mV pathologische P-Amplituden. Bei Beachtung des maximalen Normalwertes für die P-Breite (43) von 0,08 sec wird der Wert von Pat.25 mit 0,08 als fraglich pathologisch anzusehen sein.

Die R-Zacken zeigen in V_1 bei Pat.23 eine Amplitude von 2,1 mV und bei Pat.25 eine von 1,7 mV und liegen somit über dem Normalwert (35).

Die QRS-Breite hat für Pat.13 mit 0,10 sec einen fraglichen pathologischen Wert erreicht. Die QRS-Komplexe in V_1 zeigen die folgenden Konfigurationen: Rs (Pat.13) und RS (Pat.23 und 25).

Die T-Zacken sind jedoch mit wechselsinnigen Formen pathologisch. In V_6 liegt S für Pat.25 mit 0,9 mV an der oberen Normgrenze und wird als fraglich pathologisch zu betrachten sein.

Die OUP der R-Zacken in V_1 treten bei allen Patienten verspätet auf:

0,05 sec (Pat.13), 0,03 sec (Pat.23 und 25).

Die OUP-Differenzen sind bei allen drei Patienten pathologisch:

Pat.13: -0,02 sec, Pat.23: -0,005 sec, Pat.25: -0,01 sec.

Die R/S-Quotienten in V_1 liegen bei Zugrundelegung des Maximalwertes von 2 (78) für Pat.13 mit 4,0 und Pat.25 mit 2,83 in sicher pathologischen Bereichen. R/S in V_6 lag nur bei Pat.25 mit 0,64 unterhalb des Normalwertes von 1,5 (78).

Der Sokolow-Index war pathologisch für Pat.23 mit 2,8 mV und Pat.25 mit 2,6 mV.
Der Sodi-Pallares-Quotient ist nur einmal mit 0,22 (Pat.25) als nicht regelrecht zu betrachten.

Pathologische Befunde:

Pat.13:	QRS V_1	=	0,10 sec
	QRS V_1	=	Rs
	OUP R V_1	=	0,05 sec
	T V_1	=	wechselsinnig
	R/S V_1	=	4,00
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,02 sec
Pat.23:	P V_1	=	+0,3 mV
	R V_1	=	2,1 mV
	QRS V_1	=	RS
	OUP R V_1	=	0,03 sec
	T V_1	=	wechselsinnig
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,005 sec
	Sokolow-Index	=	2,8 mV
Pat.25:	P V_1	=	+0,4 mV
	P V_1	=	0,08 sec
	R V_1	=	1,7 mV
	QRS V_1	=	RS
	OUP R V_1	=	0,03 sec
	T V_1	=	wechselsinnig
	S V_6	=	0,9 mV, fragl.path.
	R/S V_1	=	2,83
	R/S V_6	=	0,64
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,01 sec
	Sokolow-Index	=	2,6 mV
	Sodi-Pallares-Quotient	=	0,22

Altersgruppe III, Pat.26, 27, 28:

a) Extremitätenableitungen

Eine Rechtsdrehung der Herzachse findet sich nur bei Pat.26 mit +107 Grad. Die Achsendifferenzwinkel wurden wegen wechselsinniger T nicht bestimmt.

Die P-Zacke in Abl.II ist bei Pat.28 mit +0,3 mV pathologisch. Die P-Brei-

te liegt mit 0,08 sec bei allen drei Patienten an der oberen Normgrenze. Die R-Amplituden sind in den Abl. II und III normal. In aVR sind die R-Zacken für Pat. 26 mit 0,5 mV und Pat. 27 mit 0,4 mV sowie R' für Pat. 28 mit 0,4 mV als pathologisch vergrößert anzusehen. Die QRS-Breite in II liegt bei Pat. 26 und 28 mit je 0,08 sec an der oberen Normgrenze, bei Pat. 27 mit 0,09 sec darüber.
Mit -1,5 mV kann der White-Bock-Index bei Pat. 27 als fraglich pathologisch angesehen werden.

Pathologische Befunde:

Pat. 26:	alpha QRS	=	+107 Grad
	P II	=	0,08 sec, fragl. path.
	R aVR	=	0,5 mV
	QRS II	=	0,08 sec, fragl. path.
	White-Bock-Index	=	-1,5 mV, fragl. path.
Pat. 27:	P II	=	0,08 sec, fragl. path.
	R aVR	=	0,4 mV
	QRS II	=	0,09 sec
Pat. 28:	P II	=	+0,3 mV
	P II	=	0,08 sec, fragl. path.
	R' aVR	=	0,4 mV
	QRS II	=	0,08 sec, fragl. path.

b) Brustwandableitungen

In Abl. V_1 finden sich bei allen Patienten erhöhte P von je +0,25 mV bei normaler Dauer von P und PQ.
Eine Erhöhung der R-Zacken in V_1 war für Pat. 26 mit 1,95 mV zu verzeichnen. Die R-Amplitude war bei Pat. 28 normal, jedoch wurde ein R' von 1,8 mV gefunden. S in V_1 fehlte bei Pat. 27, die Amplituden der beiden anderen Patienten bewegten sich an der unteren Normgrenze mit 0,15 mV (Pat. 28) bzw. 0,2 mV (Pat. 26). Bei normaler QRS-Dauer fanden sich folgende pathologische Kammerkomplexe in V_1:

Rs (Pat. 26), R (Pat. 27) und rsR' (Pat. 28).

Die OUP der R-Zacken in V_1 traten immer verspätet auf:

0,06 sec (Pat. 26), 0,04 sec (Pat. 27) und 0,05 sec (Pat. 28).

Die Differenzwerte zwischen den OUP in V_6 und in V_1 waren stets negativ und pathologisch:

-0,02 sec (Pat.27 und 28) und -0,03 sec (Pat.26).

Die T-Zacken zeigten bei Pat.26 und 28 wechselsinniges Verhalten. Die S-Amplituden lagen bei Pat.27 und 28 an der oberen Normgrenze mit je 0,5 mV, bei Pat.26 mit 0,65 deutlich darüber.
Die R/S-Quotienten in V_1 betrugen für Pat.26: 9,75 und für Pat.28: 2,33 (für r/S) bzw. 12,00 (für R'/S) und liegen über dem Grenzwert von 4,6 (78). In Abl.V_6 finden sich pathologische R/S-Quotienten von 1,07 bei Pat.26 und 1,40 bei Pat.27. Beide Werte liegen also unterhalb des minimalen Normwertes von 1,66 (78).
Der Sodi-Pallares-Quotient liegt für Pat.26 mit 0,11 und Pat.28 mit 0,18 weit unter dem Normwert von 0,4.
Der Sokolow-Index wird nur bei Pat.26 mit 2,6 mV und bei Pat.28 mit 2,3 mV vergrößert gefunden, während der Wert für Pat.27 mit 1,45 an den oberen Normbereich heranreicht.

Pathologische Befunde:

Pat.26:	P V_1	=	+0,25 mV
	R V_1	=	1,95 mV
	S V_1	=	0,2 mV, fragl.path.
	QRS V_1	=	Rs
	OUP R V_1	=	0,06 sec
	T V_1	=	wechselsinnig
	S V_6	=	0,65 mV
	R/S V_1	=	9,75
	R/S V_6	=	1,07
	OUP R V6 - OUP R V_1	=	-0,03 sec
	Sokolow-Index	=	2,6 mV
	Sodi-Pallares-Quotient	=	0,11
Pat.27:	P V_1	=	+0,25 mV
	S V_1	=	fehlt
	QRS V_1	=	R
	OUP R V_1	=	0,04 sec
	S V_6	=	0,5 mV, fragl.path.
	R/S V_6	=	1,40
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,02 sec
	Sokolow-Index	=	1,45, fragl.path.

Pat.28:	P V_1	=	+0,25 mV
	R'V_1	=	1,8 mV
	S V_1	=	0,15 mV, fragl.path.
	QRS V_1	=	rsR'
	OUP R V_1	=	0,05 sec
	T V_1	=	wechselsinnig
	S V_6	=	0,5 mV, fragl.path.
	R'/S V_1	=	12,00
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,02 sec
	Sokolow-Index	=	2,3 mV (für R')
	Sodi-Pallares-Quotient	=	0,18

Altersgruppe IV, Pat.17 und 24:

a) Extremitätenableitungen

P-Amplitudenerhöhungen von je +0,3 mV finden sich bei beiden Patienten. Die P-Breite in Abl.II ist bei beiden Patienten mit je 0,08 sec fraglich pathologisch. PQ ist bei Pat.17 normal; bei Pat.24 wegen eines totalen av-Blocks nicht zu bestimmen.
Die QRS-Dauer in Abl.II ist bei beiden Patienten mit je 0,10 sec fraglich pathologisch.

Pathologische Befunde:

Pat.17:	P II	=	+0,3 mV
	P II	=	0,08 sec, fragl.path.
	QRS II	=	0,10 sec
Pat.24:	P II	=	+0,3 mV
	P II	=	0,08 sec, fragl.path.
	PQ II	=	totaler av-Block
	QRS II	=	0,10 sec

b) Brustwandableitungen

Die P-Zacke in V_1 ist bei Pat.17 mit +0,35 mV deutlich vergrößert. Bei Pat.17 finden sich in V_1 R' von 1,2 mV.
Der Kammerkomplex in V_1 zeigte bei Pat.17 eine rR'S-Form und mit 0,10 sec eine fraglich pathologische Breite.
OUP-Verspätungen der R-Zacken fanden sich nur bei Pat.17 mit 0,05 sec.
Der Differenzwert der OUP war wiederum nur für Pat.17 mit -0,02 sec pathologisch.

T war in V_1 bei Pat.17 wechselsinnig.
Der R/S-Quotient in V_1 beträgt bei Pat.17 1,71 und ist demnach pathologisch.
Der Sokolow-Index hat nur bei Pat.17 einen hypertrophieverdächtigen Wert von 1,55 mV.

Pathologische Befunde:

Pat.17:	P V_1	=	+0,35 mV
	R' V_1	=	1,2 mV
	QRS V_1	=	0,10 sec, fragl.path.
	QRS V_1	=	rR'S
	OUP R V_1	=	0,05 sec
	T V_1	=	wechselsinnig
	R/S V_1	=	1,71
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,02 sec
	Sokolow-Index	=	1,55 mV
Pat.24:	PQ V_1	=	totaler av-Block

Altersgruppe V, Pat.12, 20 und 21:

a) Extremitätenableitungen

Eine Rechtsdrehung der Herzachse wurde nur bei Pat.21 mit +100 Grad gefunden. Die Achsendifferenzwinkel waren zweimal pathologisch: mit 80 Grad für Pat.12 und mit 105 Grad für Pat.21.
Die Breiten der P-Zacken in II waren bei Pat.21 mit 0,08 sec fraglich pathologisch, bei Pat.20 auf 0,09 sec und bei Pat.12 auf 0,10 sec pathologisch verlängert.
Die QRS-Breite lag mit 0,10 sec (Pat.21) an der oberen Nromgrenze. Die T-Zacke zeigte bei Pat.21 mit -0,15 mV eine bereits pathologisch vergrößerte Amplitude.

Pathologische Befunde:

Pat.12:	Achsendifferenzwinkel	=	80 Grad
	P II	=	0,10 sec
Pat.20:	P II	=	0,09 sec
	PQ II	=	0,20 sec
Pat.21:	alpha QRS	=	+100 Grad
	Achsendifferenzwinkel	=	105 Grad
	P II	=	0,08 sec, fragl.path.
	QRS II	=	0,10 sec, fragl.path.
	T II	=	-0,15 mV

b) Brustwandableitungen

Die P-Breite lag bei Pat.21 mit 0,10 sec an der oberen Normgrenze. Als fraglich pathologisch wird die PQ-Zeit bei Pat.21 von 0,20 sec betrachtet.

Die R- und S-Amplituden in V_1 sind nicht erhöht, jedoch finden sich bei allen Patienten Aufsplitterungen des Kammerkomplexes bei regelrechter Dauer:

rsR's' (Pat.12), rsr' (Pat.20), rSR' (Pat.21).

Für S fanden sich Erhöhungen über den normalen Maximalwert nach Heck und Störmer (0,3 mV) bei Pat.12: 0,35 mV und Pat.20: 0,4 mV.

Die OUP der R-Zacken in V_1 traten bei Pat.12 und 20 mit 0,06 sec verspätet auf. Die Differenzwerte waren für Pat.12 mit -0,03 sec und mit -0,02 sec für Pat.20 pathologisch.
Die T-Zacken in V_1 waren mit wechselsinnigen Ausschlägen für Pat.20 pathologisch.
Die R/S-Quotienten in V_1 lagen nur bei Pat.12 mit 5,5 mV und bei Pat.20 mit 1,8 mV über dem Grenzwert von 1,6 mV.

Pathologische Befunde:

Pat.12:	QRS V_1	=	rsR's'
	OUP R V_1	=	0,06 sec
	S V_6	=	0,35 mV
	R/S V_1	=	1,83
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,03 sec
Pat.20:	PQ V_1	=	0,20 sec
	QRS V_1	=	rsr'
	OUP R V_1	=	0,06 sec
	T V_1	=	wechselsinnig
	S V_6	=	0,4 mV
	R/S V_1	=	1,8
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,02 sec
Pat.21:	P V_1	=	0,10 sec
	PQ V_1	=	0,19 sec
	QRS V_1	=	rSR'

c) Kombination aus Rechtswiderstands- und Rechtsvolumenhypertrophie am Beispiel der Pulmonalstenose mit Vorhofseptumdefekt Typ secundum

Altersgruppe III, Pat.7, 15 und 16:

a) Extremitätenableitungen

Eine Rechtsdrehung der Herzachse wird bei allen Patienten gefunden:
Pat.7: +118 Grad, Pat.15: +110 Grad, Pat.16: +135 Grad.

Die Achsendifferenzwinkel waren bei Pat.7 mit 68 und bei Pat.15 mit 65 Grad pathologisch. Bei Pat.16 war die Bestimmung wegen wechselsinniger T nicht möglich.
Die P-Zacke in II zeigte bei Pat.16 mit +0,4 mV eine Erhöhung. Die P-Breite in II liegt bei allen drei Patienten an der oberen Grenze.
Die R-Amplituden in Abl.III fallen für Pat.15 mit 2,1 mV und für Pat.16 mit 2,4 mV in den pathologischen Bereich. In Abl. aVR fanden sich auf 0,9 mV (Pat.7) bzw. 1,45 mV (Pat.16) erhöhte Zacken. Die Ableitung wurde bei Pat.15 nicht geschrieben.
Die QRS-Dauer in II lag nur bei Pat.7 mit 0,08 sec an der oberen Grenze und wird als fraglich pathologisch betrachtet.
Bei Pat.16 wurde in Abl.II ein pathologisches T von -0,1 mV gefunden.

Für die Indices ergaben sich folgende Werte: Der White-Bock-Index war mit -1,4 mV für Pat.7 fraglich pathologisch, für Pat.15 und 16 mit -2,7 bzw. -4,55 mV deutlich pathologisch verändert.
Der Wert von -1,4 mV für (RaVL - SaVL) x 2 gilt wiederum bei Pat.7 als fraglich pathologisch, für Pat.16 mit -3,8 mV als rechtshypertrophieverdächtig.

Pathologische Befunde:

Pat.7:	alpha QRS	=	+118 Grad
	Achsendifferenzwinkel	=	68 Grad
	P II	=	0,08 sec, fragl.path.
	R aVR	=	0,9 mV
	QRS II	=	0,08 sec, fragl.path.
	White-Bock-Index	=	-1,4 mV, fragl.path.
	(RaVL - SaVL) x 2	=	-1,4 mV, fragl.path.
Pat.15:	alpha QRS	=	+110 Grad
	Achsendifferenzwinkel	=	65 Grad
	P II	=	0,08 sec, fragl.path.
	R III	=	2,1 mV
	White-Bock-Index	=	-2,7 mV

Pat.16:	alpha QRS	=	+135 Grad
	P II	=	+0,4 mV
	P II	=	0,08 sec, fragl.path.
	R III	=	2,4 mV
	R aVR	=	1,45 mV
	T II	=	-0,1 mV
	White-Bock-Index	=	-4,55 mV
	(RaVL - SaVL) x 2	=	-3,8 mV

b) Brustwandableitungen

In Abl. V_1 fand sich nur bei Pat.7 eine mit +0,3 mV pathologische P-Zacke.

Die R-Amplituden in V_1 waren bei Pat.15 mit 1,4 mV im oberen Grenzgebiet, erreichten bei Pat.7 mit 3,7 mV bzw. bei Pat.16 mit über 4,0 mV deutlich pathologische Bereiche. Die S-Zacke in V_1 lag bei Pat.16 mit 0,2 mV im unteren Normbereich.
Die Kammerkomplexe in V_1 zeigten für Pat.16 bei normaler Breite Rs-Formen. Die Kammerendteile in V_1 zeigten bei Pat.7 eine S-T-Senkung von -0,2 mV und wechselsinnige T-Zacken. Die T-Zacken waren bei Pat.15 positiv und bei Pat.16 wechselsinnig.
In Abl. V_6 war nur R für Pat.16 mit 0,2 mV pathologisch verkleinert. Die S-Zacken zeigten sämtlich vergrößerte Amplituden: 1,1 mV (Pat.7 und 16), 1,3 mV (Pat.15).
Die OUP der R-Zacken in V_1 traten bei allen Patienten verspätet auf: 0,04 sec bei Pat.7 und 16, 0,03 sec bei Pat.15. Die Werte für Pat.7 in Abl. V_6 waren noch normal, bei Pat.15 und 16 mit je 0,02 sec jedoch an der unteren Normgrenze. Die OUP-Differenzen sind mit -0,01 sec bei Pat.7 und 15 und mit -0,02 sec bei Pat.16 pathologisch.
Für Pat.7 liegt der R/S-Quotient mit 4,11 im oberen Normbereich, für Pat.16 mit 20,00 und darüber deutlich im pathologischen. In V_6 wurden die Werte für alle Patienten unter dem Minimalwert gefunden:

0,54 für Pat.7, 1,07 für Pat.15 und 0,18 für Pat.16.

Die Sokolow-Indices waren bei allen drei Patienten pathologisch mit 4,8 mV für Pat.7, 2,7 mV für Pat.15 und über 5,1 mV für Pat.16.

Der Sodi-Pallares-Quotient ist für Pat.7 mit 0,13 und Pat.16 mit 0,009 stark pathologisch.

Pathologische Befunde:

Pat.7:	P V_1	=	+0,3 mV
	R V_1	=	3,7 mV
	OUP R V_1	=	0,04 sec
	S-T- V_1	=	gesenkt um -0,2 mV
	T V_1	=	wechselsinnig
	S V_6	=	1,1 mV
	R/S V_1	=	4,11, fragl.path.
	R/S V_6	=	0,54
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,01 sec
	Sokolow-Index	=	4,8 mV
	Sodi-Pallares-Quotient	=	0,13
Pat.15:	R V_1	=	1,4 mV, fragl.path.
	OUP R V_1	=	0,03 sec
	T V_1	=	positiv
	S V_6	=	1,3 mV
	OUP R V_6	=	0,02 sec, fragl.path.
	R/S V_6	=	1,07
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,01 sec
	Sokolow-Index	=	2,7 mV
Pat.16:	R V_1	=	über 4,0 mV
	S V_1	=	0,2 mV, fragl.path.
	QRS V_1	=	Rs
	OUP R V_1	=	0,04 sec
	T V_1	=	wechselsinnig
	R V_6	=	0,2 mV
	S V_6	=	1,1 mV
	OUP R V_6	=	0,02 sec, fragl.path.
	R/S V_1	=	über 20,00
	R/S V_6	=	0,18
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,02 sec
	Sokolow-Index	=	über 5,1 mV
	Sodi-Pallares-Quotient	=	0,009

Altersgruppe IV, Pat. 8 und 14:

a) Extremitätenableitungen

Als einzige fraglich pathologische Werte der Extremitätenableitungen fanden sich P-Breiten mit 0,08 sec bei beiden Patienten an der oberen Grenze.
Die Goldberger-Ableitungen wurden für beide Patienten nicht geschrieben.

Pathologische Befunde:

Pat. 8:	P II	=	0,08 sec, fragl. path.
Pat. 14:	P II	=	0,08 sec, fragl. path.

b) Brustwandableitungen

Die Kammerkomplexe in V_1 sind bei Pat. 8 mit 0,10 sec bei einer RS-Form pathologisch. Für Pat. 14 finden sich rSr'-Gruppen mit normaler Breite von 0,08 sec.
Die T-Zacken sind in V_1 bei Pat. 8 wechselsinnig, eine S-T-Senkung findet sich nicht.
Die OUP der R-Zacken in V_6 sind für Pat. 8 mit 0,02 sec fraglich verkürzt.

In Abl. V_6 gilt der R/S-Quotient bei Pat. 8 mit 1,1 pathologisch. Die OUP-Differenzwerte sind mit 0,00 für Pat. 8 pathologisch.

Pathologische Befunde:

Pat. 8:	QRS V_1	=	0,10 sec
	QRS V_1	=	RS
	T V_1	=	wechselsinnig
	OUP R V_6	=	0,02 sec, fragl. path.
	R/S V_6	=	1,1
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	0,00 sec
Pat. 14:	QRS V_1	=	rSr'

Altersgruppe V, Pat. 5:

a) Extremitätenableitungen

Die P-Breite ist mit 0,08 sec fraglich pathologisch.

Pathologischer Befund:

Pat. 5:	P II	=	0,08 sec, fragl. path.

b) Brustwandableitungen

Die Kammeranfangsschwankung zeigt bei normaler Breite eine pathologische RS-Form. Der OUP der R-Zacke in V_1 tritt mit 0,03 sec verspätet auf.
T in V_1 ist positiv.
Der OUP tritt mit 0,02 sec fraglich pathologisch verkürzt in V_6 auf.
Die OUP-Differenz ist mit -0,01 sec pathologisch.
Die R/S-Quotienten in V_6 sind bei 0,8 pathologisch.

Pathologische Befunde:

Pat.5:	QRS V_1	=	RS
	OUP R V_1	=	0,03 sec
	T V_1	=	positiv
	OUP R V_6	=	0,02 sec, fragl.path.
	R/S V_6	=	0,8
	OUP R V_6 - OUP R V_1	=	-0,01 sec

2. Beziehungen zwischen elektrokardiographischen Veränderungen und Druckwerten im rechten Ventrikel sowie den Shuntvolumina im kleinen Kreislauf

a) Pulmonalstenose: Druck in der rechten Kammer und EKG-Veränderungen

In Tabelle 9 werden zunächst die Beziehungen zwischen alpha QRS und Druck der rechten Kammer aufgeführt. Bis 60 mm Hg wird von leichten, bis 100 mm Hg von mittelschweren und darüber von schweren PS gesprochen.

Pat.	alpha QRS	Druck im rechten Ventrikel in mm Hg
19	+ 4	40
11	+ 72	35
18	+ 73	50
4	+ 76	60
10	+ 113	45
2	+ 69	90
29	+ 78	80
30	+ 90	80
22	+ 88	110
6	+ 97	110
3	+ 103	155
1	+ 119	180
9	+ 178	150

Tab. 9: Pulmonalstenosen, alpha QRS und Druckwerte in der rechten Kammer.

Der Besprechung der Beziehungen zwischen EKG und Druck wird eine Tabelle über die Häufigkeit der gefundenen EKG-Veränderungen vorangestellt:

	path.	fr.p.
alpha QRS	23,1%	15,4%
Achsendifferenzwinkel	15,4%	-
P II - Amplitude	15,4%	-
P II - Dauer	30,8%	38,5%
R II - Amplitude	30,8%	7,7%
R III - Amplitude	23,1%	-
R aVR - Amplitude	46,2%	-
QRS - Breite in II	7,7%	7,7%
White-Bock-Index	30,8%	-
(R aVL - S aVL) x 2	27,3%	-
P V_1 - Amplitude	15,4%	-
P V_1 - Breite	15,4%	7,7%
R V_1 - Amplitude	30,8%	-
R' V_1 (vorhanden)	46,2%	-
S V_1 - Amplitude	30,8%	-
S' V_1 (vorhanden)	7,7%	-
QRS - Breite in V_1	0%	15,4%
QRS - Formen in V_1	84,6%	-
OUP R V_1	92,3%	-
T V_1	76,9%	-
S-T-Segment in V_1	7,7%	-
S V_6 - Amplitude	15,4%	-
OUP R V_6	30,8%	-
OUP R V_6 - OUP R V_1	84,6%	-
R/S V_1	69,2%	-
R/S V_6	53,8%	-
Sokolow-Index	61,5%	-
Sodi-Pallares-Quotient	30,8%	-

Tab. 10: Häufigkeitsverteilung der Hypertrophiekriterien der 13 Patienten mit Pulmonalstenose
fr.p. = fraglich pathologisch, n = 13, für Goldberger-Ableitungen n = 11.

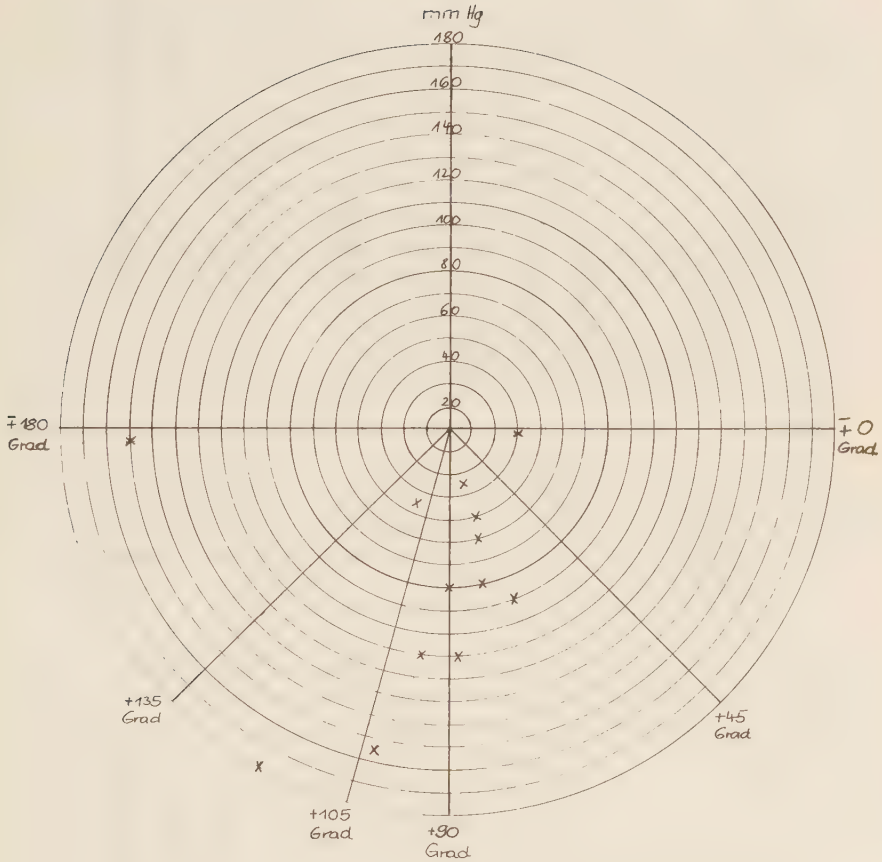

Abb. 2: alpha QRS und Druck im rechten Ventrikel bei Patienten mit Pulmonalstenose. Die Kreise entsprechen der Druckhöhe in mm Hg, die Geraden geben die Winkel in Grad wider.

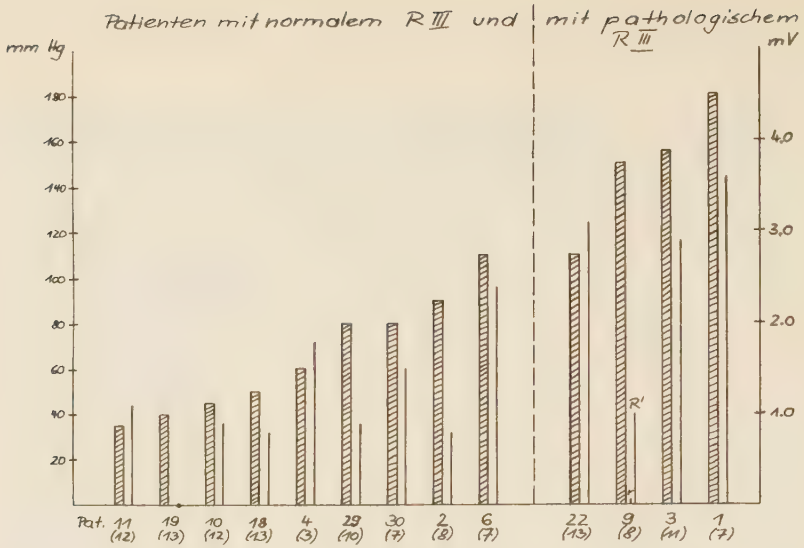

Abb. 3: Höhe der R-Zacken in Abl. III und rechtsventrikulärer Druck bei Patienten mit Pulmonalstenose
Erklärungen: Die linke Skala gibt den Druck im rechten Ventrikel in mm Hg an, die rechte Skala die R-Amplitude in mV. Die schraffierten Kästchen entsprechen den Druckhöhen, die senkrechten Striche den Amplituden. Die Zahlen geben die Nummer der Patienten an, die in Klammern das Alter der Patienten in Jahren.

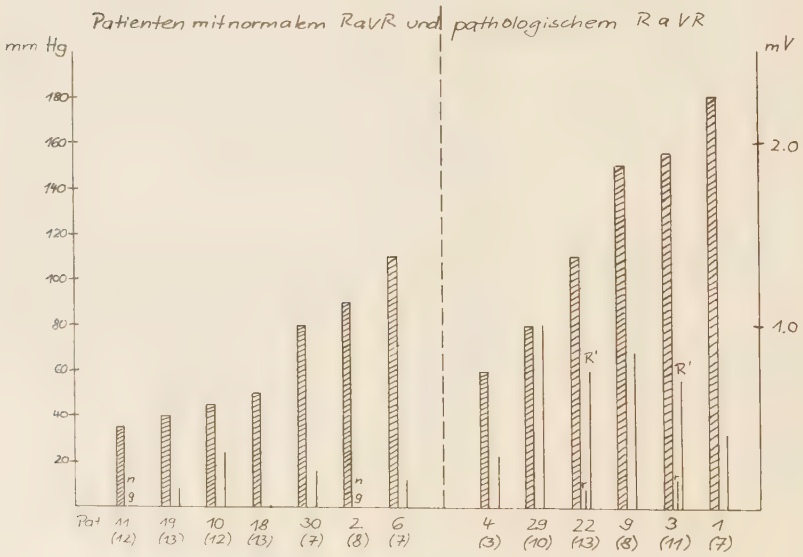

Abb 4: Höhe von RaVR und rechtsventrikulärer Druck bei Patienten mit Pulmonalstenose.
Erklärungen: n.g. = Abl. aVR nicht geschrieben, weitere Erklärungen s. Abb 3.

alpha QRS und Achsendifferenzwinkel und Druck:

Eine Vergrößerung des Winkels alpha QRS wurde in der Gr.A nur für Pat.10 mit +113 Grad und 45 mm Hg im rechten Ventrikel gefunden (Druckangaben beziehen sich immer auf den systolischen Wert), für die Gr.B waren keine pathologischen Werte zu verzeichnen. In Gruppe C war nur für Patient 22 eine normale Lage der Herzachse zu finden, die Winkel bei Pat.6 mit+97 Grad und einem Druck von 110 mm Hg sowie bei Pat.11 mit +103 Grad und 155 mm Hg werden als fraglich pathologisch angesehen, da +105 Grad als Grenzwert zugrunde gelegt werden. Bei Pat.1 mit 180 mm Hg ist der Winkel alpha QRS +119 Grad groß, bei Pat.9 mit 150 mm Hg beträgt der Winkel +178 Grad.

Abb.2 zeigt eindeutig, daß alpha QRS mit zunehmendem Druck im rechten Herzen größer wird, ohne daß im Einzelfall aus der Größe des Winkels auf die Druckhöhe im rechten Ventrikel geschlossen werden kann. Die Achsendifferenzwinkel waren für die Gr.A und B regelrecht, in Gr.C dreimal regelrecht und einmal mit 66 Grad (Pat.6) bei 110 mm Hg und einmal mit 163 Grad (Pat.9) bei 150 mm Hg vergrößert. Bei den Pat.10 (Gr.A) und Pat.1 (Gr.C) wurde der Winkel wegen wechselsinniger T in Abl.III nicht bestimmt.

Extremitätenableitungen und Druck:

P-Zacke und PQ-Zeit: In Abl.II war P für Pat.11 mit +0,35 mV bei einem Druck von 35 mm Hg pathologisch, sowie für Pat.1 mit +0,3 mV und 180 mm Hg. Bei allen anderen Patienten fanden sich regelrechte Amplituden. Die P-Breiten sind wie folgt pathologisch:
0,10 sec für Pat.10 mit 45 mm Hg, Pat.11 mit 35 mm Hg, 0,09 sec für Pat.18 mit 50 mm Hg und Pat.1 mit 180 mm Hg.
Fraglich pathologische Werte fanden sich mit 0,08 sec für Pat.2 mit 90 mm Hg, Pat.30 mit 80 mm Hg, Pat.9 mit 150 mm Hg, Pat.3 mit 155 mm Hg und Pat.22 mit 110 mm Hg. Bei 40, 80, 110 mm Hg waren die Werte der anderen Patienten normal.
Die PQ-Zeiten sind stets regelrecht.

R-Zacken in Abl.III: Deutlich pathologische R-Höhen wurden für die Patienten mit Pulmonalstenose erst bei Drucken über 110 mm Hg gesehen (siehe Abb.3).
Die lockeren Beziehungen zwischen Druck und R bzw. R' in aVR zeigt Abb.4.

Der White-Bock-Index war bei Drucken unter 110 mm Hg nur für Pat.4 bei einem rechtsventrikulären Druck von 60 mm Hg mit -1,8 mV pathologisch.

In Gr.C zeigten die Pat.6 bei 110 mm Hg und 9 bei 150 mm Hg regelrechte Werte, während der Indexwert für Pat.22 bei 110 mm Hg mit -1,9 mV pathologisch war; bei 155 mm Hg betrug der Wert für Pat.3 schon -3,0 mV und bei Pat.1 mit 180 mm Hg sogar -4,6 mV. Wie die Zahlen zeigen, finden sich zwar bei höheren Indices höhere Drucke, jedoch fehlt eine direkte Abhängigkeit.

Für (R aVL - S aVL) x 2 zeigen Gr.A und B regelrechte Werte bei zwei nicht geschriebenen Ableitungen (Pat.11 und 12). In Gr.C mit schwerer PS finden sich für Pat.6 mit 110 mm Hg und Pat.9 mit 150 mm Hg regelrechte Werte. Bei Pat.22 (110 mm Hg) erreicht der pathologische Wert -1,8 mV, mit 155 mm Hg bei Pat.3 -2,2 mV und mit 180 mm Hg bei Pat.1 -4,6 mV. Es sind auch bei diesem Index den höheren Werten die höheren Drucke zuzuordnen. Eine direkte Abhängigkeit wird jedoch vermißt.

Brustwandableitungen und Druck:

P-Zacke und PQ-Zeit: P-Veränderungen im Sinne eines P-dextrocardiale werden in Abl.V_1 nur in 15,4% gefunden (siehe Tab.10). Von einer Abhängigkeit zwischen Druck und P-Zacke kann demnach nicht gesprochen werden.

Die PQ-Zeiten wurden in keinem Fall verändert gefunden.

R-Zacken: Wie Abb.5 zeigt, gehören höhere Drucke zu größeren R- bzw. R'-Amplituden. Lockere Beziehungen zwischen R-Höhe und Druck lassen sich für die untersuchten Kinder mit PS insofern aufstellen, als höhere Drucke zu stärkeren R-Veränderungen führten.

S-Zacken: Die Abl.V_1 zeigt für Gr.A keine pathologischen Werte. In Gr.B findet sich für Pat.29 mit 80 mm Hg eine auf 0,3 mV verkleinerte S-Zacke. In Gr.C waren die S-Zacken bei Pat.3 mit 155 mm Hg auf 0,2 mV verkleinert. Bei Pat.22 mit 110 mm Hg und Pat.9 mit 150 mm Hg fehlten sie völlig. Es kann demnach bei kleinen S-Zacken in V_1 mit erhöhten Drucken gerechnet werden, jedoch sind höhere Drucke nicht unbedingt mit verkleinerten oder fehlenden S in V_1 identisch. In Gr.C hat Pat.22 bei 110 mm Hg eine erhöhte S-Zacke in Abl.V_6 von 0,6 mV, bei 155 mm Hg des Pat.3 erreicht die Zacke 1,3 mV. Die Amplituden der drei anderen Patienten sind unauffällig.

QRS in V_1: Eine fraglich verbreiterte Kammergruppe wurde mit je 0,10 sec bei Pat.11 mit 35 mm Hg und Pat.10 mit 40 mm Hg gefunden. Die Werte der anderen Patienten bewegen sich zwischen 0,06 und 0,08 sec.

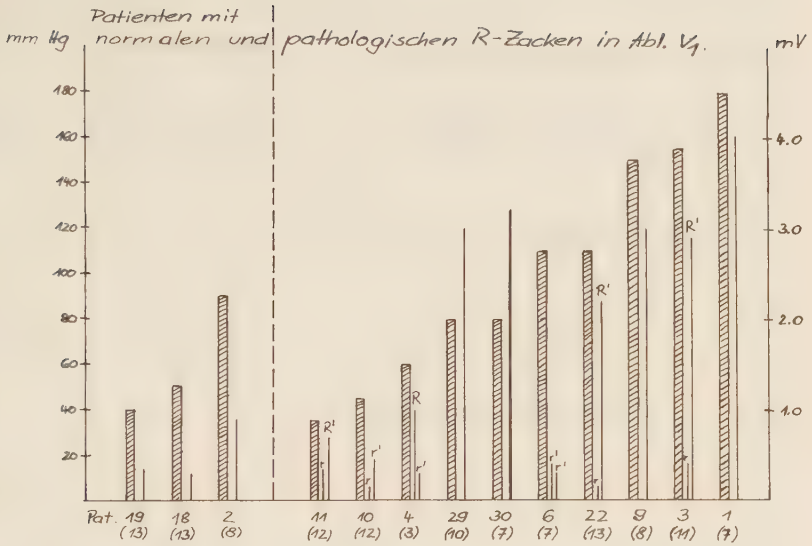

Abb. 5: R- bzw. R'-Zacke in V_1 und rechtsventrikulärer Druck bei Patienten mit Pulmonalstenose.
Erklärungen siehe Abb. 3.

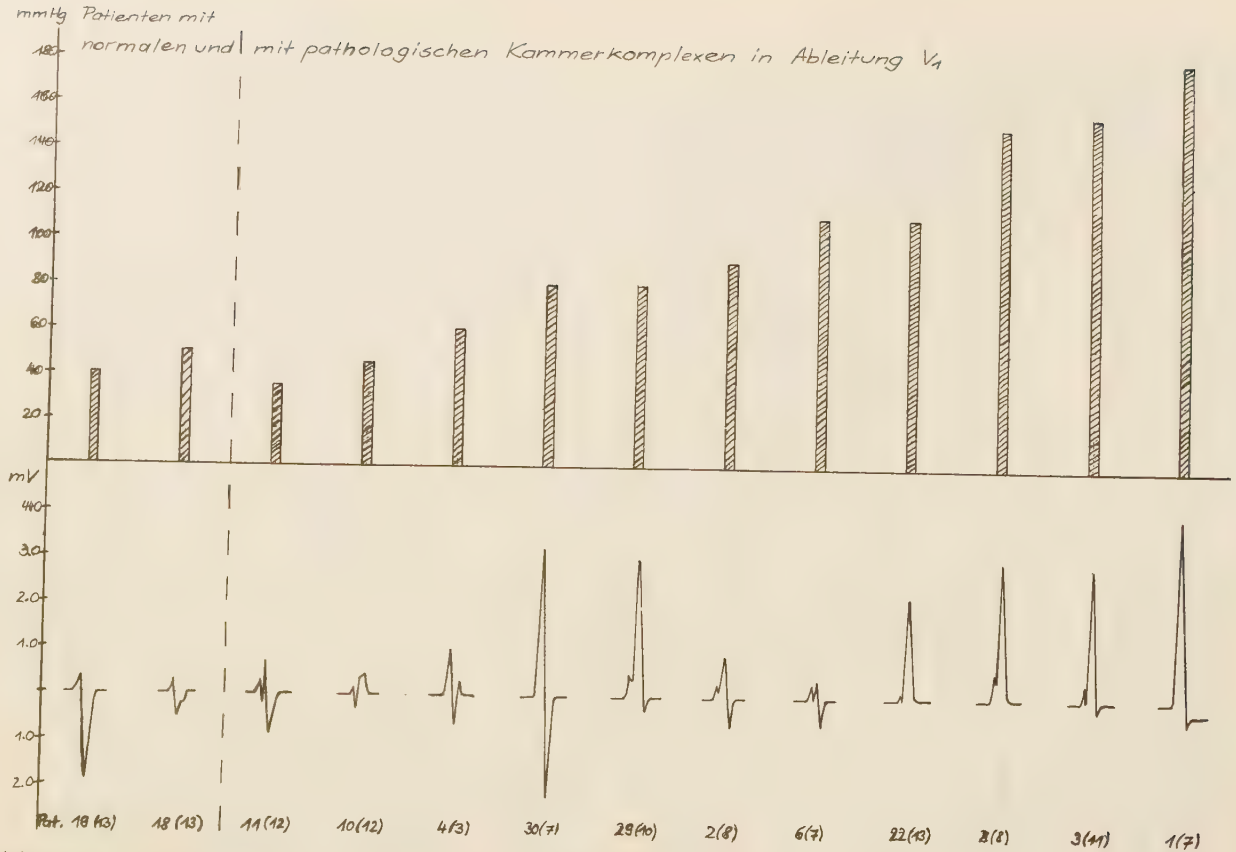

Abb. 6: QRS-Konfiguration in V_1 und Druckwerte im rechten Ventrikel bei Pat. mit PS. Die untere Skala zeigt die Höhe der R- und S-Zacken in V_1 in mV. Weitere Erkl. siehe Abb. 3.

Nicht pathologische QRS-Formen fanden sich nur in Gr.A mit rS für Pat.19 mit 40 mm Hg und Pat.18 mit 50 mm Hg (s.Abb.6).
Pathologische Kammerkomplexe und Druck s.Tab.11 und Abb.6.

Pat.Nr.	Druck im rechten Ventrikel - mm Hg	Konfiguration des Kammerkomplexes in V_1
11	35	rsR'S'
10	45	rsr'
4	60	RSr'
29	80	RS
30	80	Rs
2	90	RS
6	110	rr'S
22	110	rR'
9	150	R
3	155	rR'S
1	180	Rs

Tab.11: Druckwerte und Kammerkomplexe in V_1 bei Pat. mit PS.

Bei den untersuchten Kindern zeigten die Kammerkomplexe in V_1 über 60 mm Hg keine normalen Formen mehr. Eine Verbindung zwischen QRS-Form und Druck ist nicht direkt herzustellen, bei reinen R-Komplexen ist aber mit hohen Drucken zu rechnen.
Die Abb.6 zeigt die wahre Höhe (in mV) der R- und S-Zacken in V_1 mit den dazugehörigen Druckwerten der rechten Kammer (in mm Hg).

Kammerendteile: In Gr.C fand sich bei Pat.1 mit 180 mm Hg eine Senkung von 0,25 mV, während die anderen Patienten wiederum regelrechte S-T-Segmente aufwiesen. Pathologische T-Zacken in V_1 finden sich in Gr.A bei allen Patienten außer bei Pat.19 mit 40 mm Hg. In Gr.B hatten alle drei Pat. pathologische positive T. In Gr.C zeigten Pat.22 mit 110 mm Hg und Pat.9 mit 150 mm Hg negative T. Die Zacken waren bei Pat.6 mit 110 mm Hg und Pat.3 mit 155 mm Hg positiv, bei Pat.1 mit 180 mm Hg wechselsinnig. Wechselsinnige und positive T-Zacken lassen auf eine Druckerhöhung im rechten Herzen schließen, haben jedoch keine Beziehung zur Druckhöhe.

OUP der R-Zacken: Nur in einem Fall war ein normaler OUP der R-Zacke in V_1 zu verzeichnen und zwar bei Pat.19 mit 40 mm Hg. Bei allen anderen Patienten traten die OUP in V_1 verspätet auf. Eine direkte Korrelation läßt sich jedoch, wie Abb.7 zeigt, nicht finden. Bei den untersuch-

ten Patienten trat eine OUP-Verspätung ab 35 mm Hg auf. Die OUP-Verspätung in V_1 ist somit die häufigste Veränderung im EKG, die sich unter Umständen bei höheren Drucken in stärkerem Grade verändern kann, wie Abb.7 zeigt.

In Abl. V_6 wurde in Gr.A bei Pat.10 mit 45 mm Hg, in Gr.B bei Pat.30 mit 80 mm Hg, in Gr.C bei Pat.6 mit 110 mm Hg eine OUP-Verkürzung auf 0,02 sec und bei Pat.9 mit 150 mm Hg auf 0,01 sec festgestellt. Die Werte der übrigen Patienten waren normal. Es fanden sich bei den stärkeren Verkürzungen die höheren Werte, bei Pat.1 mit 180 mm Hg trat der OUP der R-Zacke in V_6 jedoch normal auf.
Die Differenzwerte der OUP der R in V_6 und V_1 waren für Pat.19 mit 40 mm Hg bei +0,02 sec regelrecht, für Pat.1 mit 180 mm Hg bei +0,005 sec fraglich pathologisch. Die Werte der anderen Patienten sind pathologisch.

Wie Abb.8 zeigt, lassen sich den höheren Drucken im rechten Ventrikel die stärker negativen Werte zuordnen.

R/S-Quotienten: Für die Abl. V_1 haben in der Gruppe A die Pat.19 mit 40 mm Hg, Pat.18 mit 50 mm Hg und Pat.4 mit 60 mm Hg regelrechte Quotienten, nur die Pat.11 mit 35 mm Hg und Pat.10 mit 45 mm Hg zeigen mit je 1,5 einen pathologischen Wert. In Gr.B werden stets pathologische Werte gefunden. In Gr.C wird bei 110 mm Hg für Pat.6 mit 0,57 ein regelrechter Wert gefunden, die Werte der übrigen Patienten nahmen mit steigendem Druck zu. Bei 110 mm Hg beträgt der Quotient 2,20 (Pat.22), bei 150 mm Hg 3,00 (Pat.9), bei 155 mm Hg 14,00 und bei 180 mm Hg 10,00 (Pat.3 und 1). Eine direkte Korrelation ließ sich nicht aufstellen, da bei einem Druck von 80 und 180 mm Hg die gleichen Werte zu verzeichnen waren. Häufiger finden sich jedoch bei größeren Quotienten höhere Drucke.
Die R/S-Quotienten in V_6 zeigten keine direkte Abhängigkeit von der Druckhöhe in der rechten Kammer.

Sokolow-Index: In Gr.A findet sich lediglich für 35 mm Hg bei Pat.11 mit 1,15 mV ein fraglich pathologischer Wert bei sonst normalen Befunden in dieser Gruppe. In Gr.B waren diese bei allen drei Patienten erhöht. In Gr.C fand sich bei Pat.6 mit 110 mm Hg ein normaler Wert, die der anderen Patienten waren pathologisch. Es kann bei sehr hohen Werten ein hoher Druck angenommen werden, ohne daß im einzelnen direkte Aussagen über die Druckhöhe zu geben sind. Pathologische Veränderungen ließen bei den untersuchten Patienten auf eine Druckerhöhung über 80 mm Hg schließen.

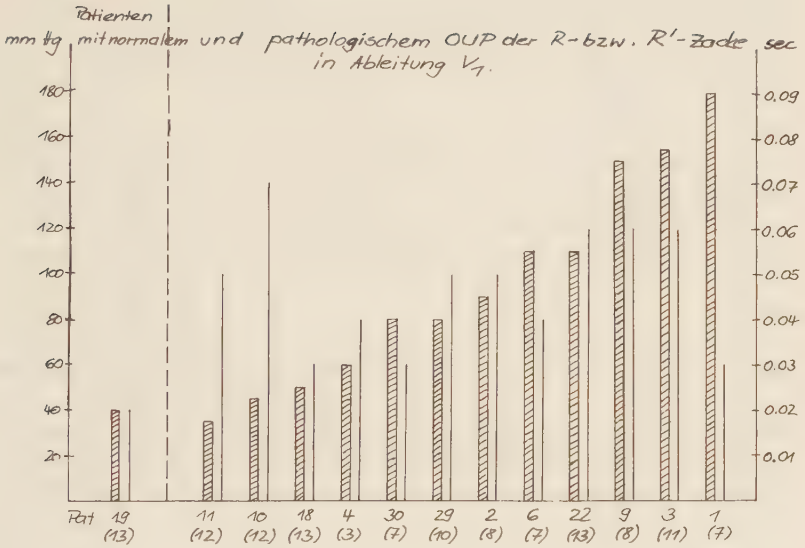

Abb. 7: Obere Umschlagspunkte der R-Zacken in Abl. V_1 und rechtsventrikulärer Druck bei Patienten mit Pulmonalstenose. Die rechte Skala gibt die OUP-Werte in sec an. Weitere Erklärungen siehe Abb. 3.

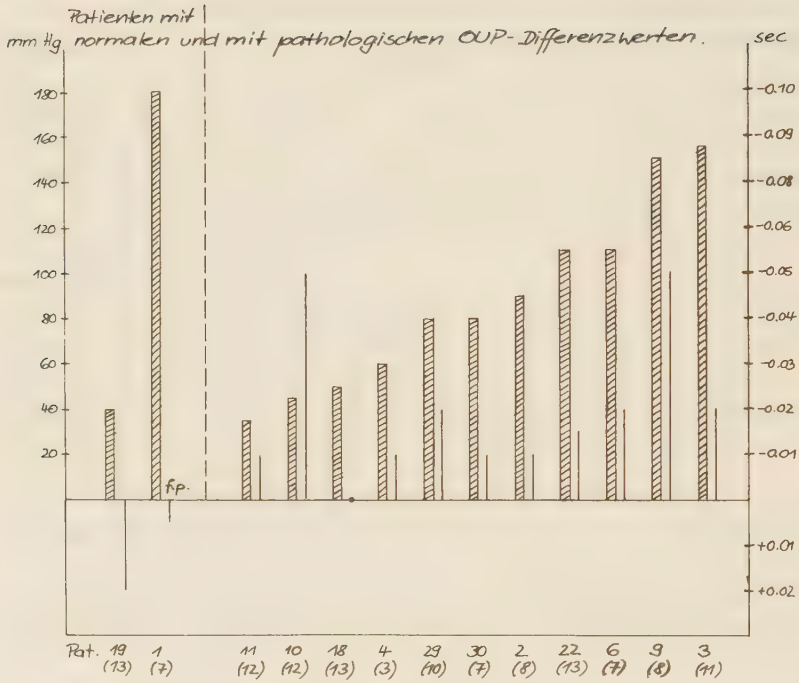

Abb. 8 : OUP-Differenzwerte und rechtsventrikulärer Druck bei Patienten mit Pulmonalstenose. Die rechte Skala gibt die OUP-Differenzwerte in sec an.
f.p. = fraglich pathologisch; weitere Erklärungen siehe Abb. 3.

Die Sodi-Pallares-Quotienten werden bei den untersuchten Patienten mit PS ab 80 mm Hg pathologisch verändert gefunden. Jedoch ist eine Beziehung zwischen Quotient und Druck nicht aufzustellen.

Relationsquotienten und Relationskurven: Für alle Patienten mit PS wurden die Relationsquotienten, wie sie Schmidt (67) und Gutheil (30) angegeben haben, in den sechs Standard-BWA V_1 bis V_6 errechnet. Sie spiegeln das Verhältnis von R zu R + S in den einzelnen Ableitungen wieder. Bestand eine Aufsplitterung der Kammerkomplexe in V_1, wurden diejenigen R-Zacken, die zur OUP-Bestimmung herangezogen wurden, und die darauffolgenden S-Zacken verwendet.

Die gefundenen Quotienten werden denen gegenübergestellt, die aus den normalen Mittelwerten der entsprechenden Altersgruppen nach Heck und Störmer (35) errechnet wurden.
Da nur dreimal pathologische Kurvenverläufe zu finden waren (Pat.9 mit 150 mm Hg, Pat.29 mit 80 mm Hg und Pat.1 mit 180 mm Hg), scheint es in diesem Fall nicht sehr sinnvoll, diese Kurven aufzuzeichnen. Es wurden zwar die stärkeren Abweichungen vom normalen Kurvenverlauf bei höheren Drucken gefunden, eine direkte Beziehung aber wurde nicht aufgestellt.

b) Vorhofseptumdefekt Typ secundum und Shuntvolumina

Da beim Vorhofseptumdefekt die Druckbelastung gegenüber der Volumenbelastung in den Hintergrund tritt, wurde von einer Besprechung der EKG-Ergebnisse in Hinblick auf die Druckhöhe Abstand genommen. Die Ergebnisse mit den entsprechenden Druckwerten sind in Tab.7 und 11 nachzulesen.

Es werden im folgenden die pathologischen EKG-Befunde mit den zugehörigen Shunvolumina in Beziehung gesetzt.
Es wurden 11 Patienten im Alter von 2 bis 13 Jahren untersucht, deren Links-Rechts-Shunts zwischen 25 und 60% schwankten. Einmal war ein Shunt nicht nachweisbar, einmal wurden gekreuzte Shuntvolumina gefunden (siehe Tab.12).

Pat.Nr.	alpha QRS in Grad	Druck im rechten Ventrikel in mm Hg	Links-Rechts-Shunt in %
24	+ 78	30	n.n.
13	+ 88	38	25
27	+ 82	30	40
17	+ 83	35	40
25	+ 113	35	45
26	+ 107	30	50
20	+ 82	40	50
21	+ 100	40	55
28	+ 66	40	56
23	+ 115	50	60
12	+ 86	26	gekr.

Tab.12: Alpha QRS, rechtsventrikulärer Druck und Links-Rechts-Shunt bei Patienten mit Vorhofseptumdefekt Typ secundum. n.n. = nicht nachweisbar, gekr. = gekreuzt.

Der Besprechung der Ergebnisse wird eine Tabelle über die Häufigkeitsverteilung der pathologischen Befunde in % (n = 11) vorangestellt.

	path.	fr.p.
alpha QRS	36,4%	-
Achsendifferenzwinkel	18,2%	-
P II - Amplitude	36,4%	-
P II - Dauer	45,5%	54,4%
PQ II - Dauer	27,3%	-
R aVR - Amplitude	45,5%	-
QRS - Breite in II	27,3%	45,5%
White-Bock-Index	9,1%	-
P V_1 - Amplitude	54,4%	-
P V_1 - Breite	18,2%	-
PQ - V_1 - Dauer	27,3%	-
R V_1 - Amplitude	27,3%	-
R'V_1 (vorhanden)	45,5%	-
S V_1 - Amplitude	9,1%	18,2%
S'V_1 (vorhanden)	9,1%	-
QRS - Breite in V_1	9,1%	9,1%
path.QRS - Formen in V_1	90,9%	-

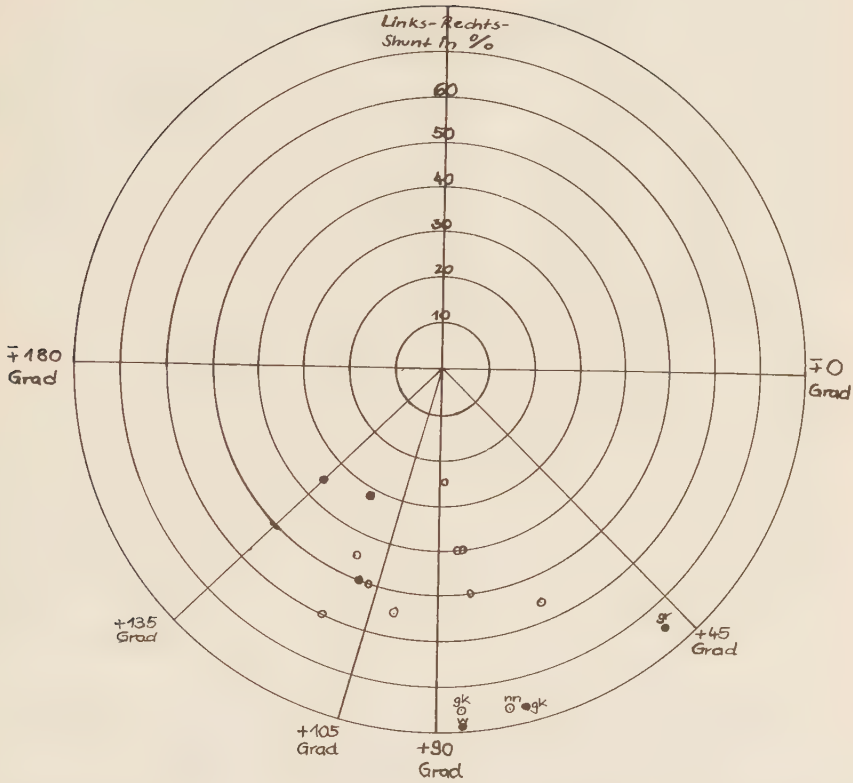

Abb. 9: alpha QRS und Shuntvolumina bei Patienten mit Pulmonalstenose und Vorhofseptum defekt Typ secundum (●), sowie mit Vorhofseptum defekt Typ secundum (○). Die Kreise entsprechen den Shuntvolumina im kleinen Kreislauf in Prozent, die Geraden geben die Winkel in Grad wider. Erklärungen: w = wechselnder Shunt; gk = gekreuzter Shunt; gr = geringer Shunt; nn = Shunt nicht nachweisbar.

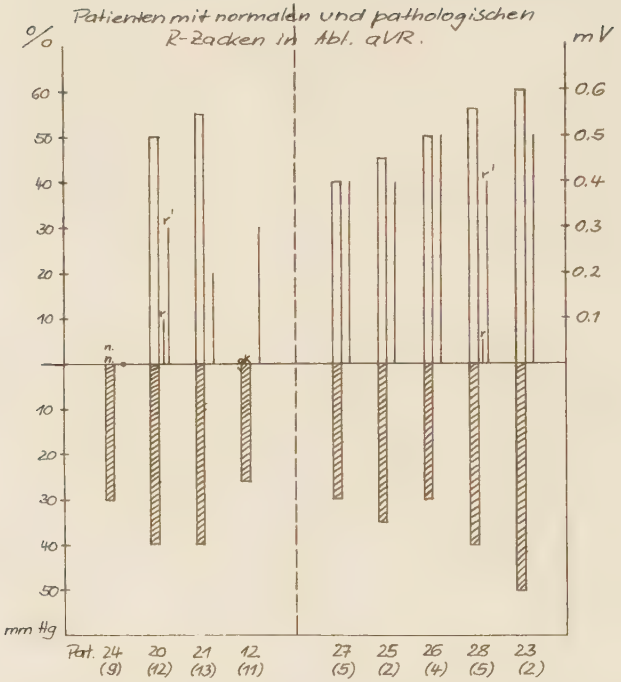

Abb. 10: R- bzw. R'-Zacken in Abl. aVR und Shunt-volumina, sowie rechtsventrikulärer Druck bei Patienten mit Vorhofseptumdefekt Typ secundum. Die Abl. aVR fehlt bei den Pat. 13 und 17.
Erklärungen: Die linke obere Skala dient der Angabe der Shuntvolumina in %, die linke untere den rechtsventrikulären Drucken in mm Hg; die rechte Skala gibt hier und in den folgenden Abbildungen die jeweiligen Bezugswerte an. Die leeren Felder stellen die gemessenen Shuntvolumina dar, die schraffierten die rechtsventrikulären Druckwerte, die senkrechten Striche die R-Zacke in mV, bzw. die entsprechenden Bezugsgrößen. n.n. = nicht nachweisbarer Shunt, gk = gekreuzter Shunt.
Die Zahlen unter der Abb. entsprechen den Nummern der Patienten, die Zahlen in Klammern dem Alter der Patienten in Jahren.

	path.	fr.p.
OUP R V_1	81,7%	-
T V_1	63,6%	-
S V_6 - Amplitude	27,3%	27,3%
OUP R V_6 - OUP R V_1	81,7%	-
R/S V_1	72,7%	-
R/S V_6	27,3%	-
Sokolow-Index	45,5%	9,1%
Sodi-Pallares-Quotient	27,3%	-

Tab. 13: Häufigkeit pathologischer und fraglich pathologischer EKG-Befunde in % bei Patienten mit Vorhofseptumdefekt Typ secundum (n = 11).
fr.p. = fraglich pathologisch

EKG und Shunt:

alpha QRS, Achsendifferenzwinkel

Eine stärkere Rechtsdrehung der Herzachse war bei den untersuchten Patienten bei größeren Shuntvolumina (= SV) zu finden. Liegen die Winkel alpha QRS über + 90 Grad, wurde in diesen Fällen ein Shuntvolumen von wenigstens 40% gemessen (siehe Abb. 9).

Die Achsendifferenzwinkel (= ADW) ließen sich bei sieben Kindern wegen wechselsinniger T-Zacken nicht bestimmen. Bei den vier vorliegenden Winkeln waren zwei regelrecht, zweimal wurde eine Vergrößerung über 60 Grad festgestellt: bei Pat.12 mit gekreuztem Shunt (Rechts-Links-Shunt = 0,7 1/min, Links-Rechts-Shunt = 4,0 1/min) beträgt der pathologische ADW 80 Grad, bei Pat.21 mit 55% SV sogar 105 Grad. Auch aus den ADW lassen sich die Druckhöhen in der rechten Kammer nicht bestimmen.

Extremitätenableitungen

P-Zacke und PQ-Zeit: Die P-Amplituden in Abl.II zeigen keine Abhängigkeit von den SV, ebensowenig die P-Breiten und die PQ-Zeiten.

R-Zacken: In Abl. aVR wird mit einem R von 0,4 - 0,5 mV ein SV von mindestens 40% verbunden, s.Abb.10. Jedoch werden bei Shuntvolumina von 50 - 55% auch regelrechte R-Zacken gefunden. Eine exakte Angabe des Shuntvolumens im kleinen Kreislauf ist aus der R-Amplitude in aVR demnach nicht möglich.

White-Bock-Index: Es wurde nur ein pathologischer Wert von -1,5 für 50% SV bei Pat.26 gefunden.

Brustwandableitungen

P-Zacke und PQ-Zeit in V_1: Eine Verbindung zwischen P-Zacke und PQ-Dauer und den Shuntvolumina im kleinen Kreislauf ließ sich bei den untersuchten Patienten nicht finden.

R-Zacken: Erhöhte R bzw. R' in Abl. V_1 können mit SV von wenigstens 40% in Verbindung gebracht werden. I.a. wird auch den höheren R-Amplituden der größere Shunt zuzuordnen sein, ohne daß eine genaue Aussage über die Höhe des SV möglich ist.
In Abl. V_6 waren bei allen Patienten die R-Zacken nicht pathologisch verkleinert.

S-Zacken: S in Abl. V_1 fehlt bei 40% SV für Pat.27. Zweimal wurden fraglich pathologische Werte gefunden mit 0,15 mV (Pat.28) bei 56% SV und mit 0,2 mV (Pat.26) bei 50% SV. Ein S' fand sich bei Pat.12 mit gekreuztem Shunt. Eine direkte Beziehung zu der Shuntgröße besteht nicht.
In Abl. V_6 fanden sich fraglich pathologische S-Zacken wie folgt:

Pat.27: S = 0,5 mV bei einem SV von 40%,
Pat.28: S = 0,5 mV bei einem SV von 56%,
Pat.25: S = 0,9 mV bei einem SV von 45%.

Pathologische S-Amplituden betragen bei Pat.26 mit 50% Shuntvolumen 0,65 mV, bei Pat.20 mit 50% 0,4 mV und bei Pat.12 mit gekreuztem Shunt 0,35 mV. Aus den Amplituden lassen sich keine direkten Angaben über die Shuntgröße herleiten. Pathologischen S-Zacken können SV ab 50% zugeordnet werden, jedoch finden sich selbst bei einem SV von 60% regelrechte Zacken.

QRS in V_1: Aus der QRS-Breite kann nicht auf die Höhe des Shuntvolumens geschlossen werden. Bei den untersuchten Patienten werden für pathologische QRS-Formen stets Shuntvolumina angegeben, wie Abb.11 zeigt. Ein Patient ohne nachweisbaren Shunt zeigte auch eine regelrechte QRS-Gruppe in V_1. Eine verbindliche Aussage ist aus der Form der Kammerkomplexe über das Ausmaß der SV nicht zu gewinnen, jedoch wurden bei Shuntvolumina stets pathologische Kammerkomplexe gesehen.

Kammerendteile: Die S-T-Segmente sind bei allen SV in Abl. V_1 regelrecht. Die T-Zacken sind viermal negativ und damit normal. Die Zacken der sieben anderen Patienten sind wechselsinnig und pathologisch.

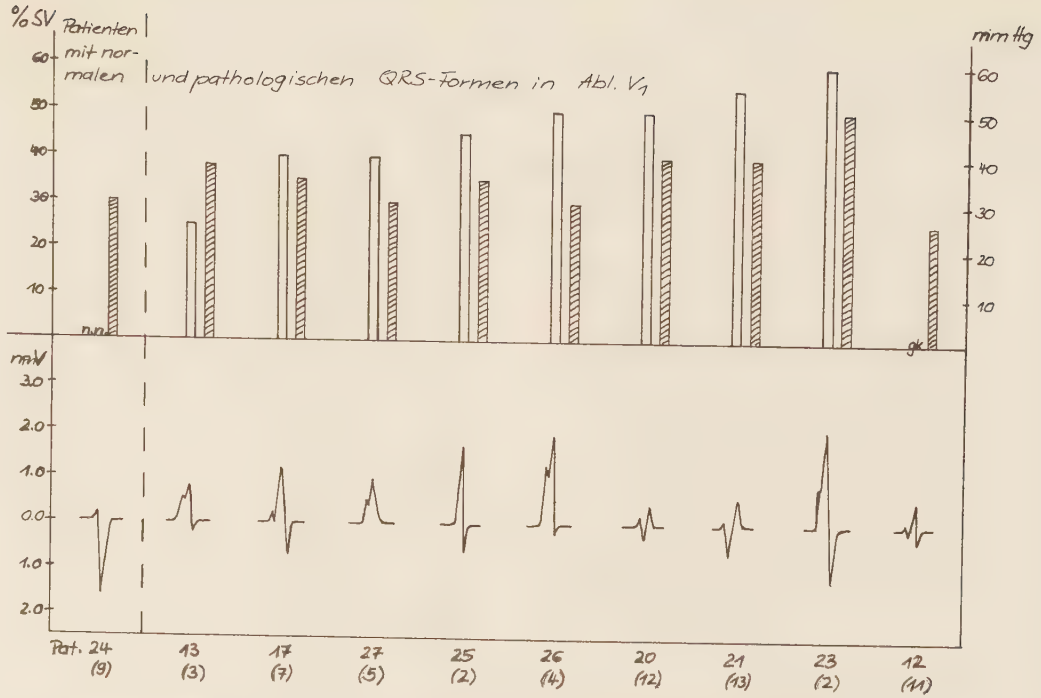

Abb. 11: QRS-Formen in V_1 und Shuntvolumina bei Vorhofseptumdefekt Typ secundum. Die rechte Skala gibt den rechtsventrikulären Druck in mm Hg an. Die QRS-Formen geben die wahren Konfigurationen in Abl. V_1 wider. Weitere Erklärungen siehe Abb. 10.

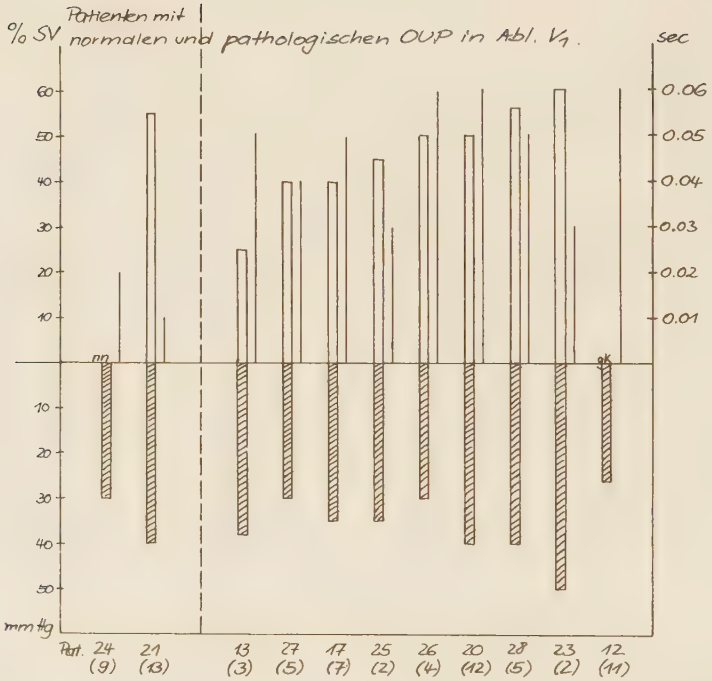

Abb. 12: Obere Umschlagspunkte der R- bzw. R'-Zacken in V_1 und Shuntvolumina, bzw. rechtsventrikulärer Druck bei Vorhofseptumdefekt Typ secundum.
Erklärungen siehe Abb. 10

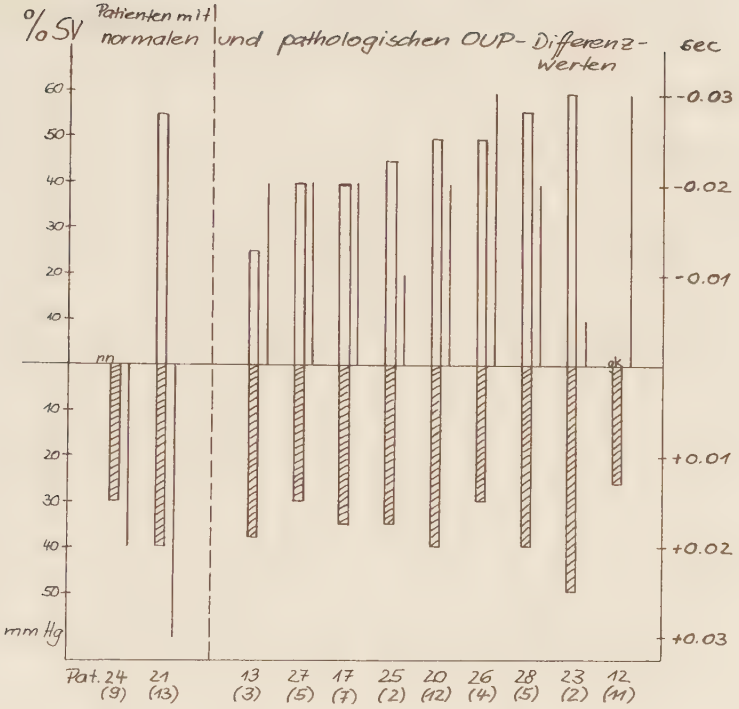

Abb. 13: OUP-Differenzwerte und Shuntvolumina, bzw. rechtsventrikuläre Drucke bei Vorhof-Septum defekt Typ secundum. Die rechte Skala gibt die OUP-Differenzwerte in sec an. Weitere Erklärungen siehe Abb. 10.

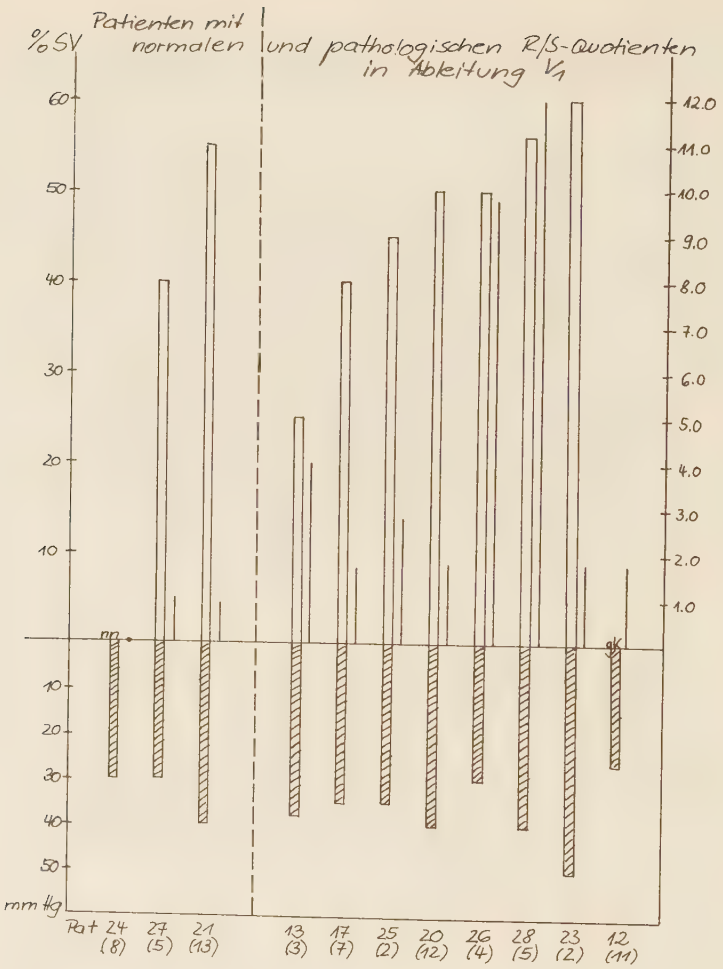

Abb. 14: R/S-Quotienten in V_1 und Shuntvolumina, bzw. rechtsventrikuläre Drucke bei Vorhofseptumdefekt Typ secundum. Die rechte Skala gibt die Größe der R/S-Quotienten an. Weitere Erklärungen siehe Abb. 10.

OUP der R-Zacken: Wie aus der Abb.12 ersichtlich, wird bei einer OUP-Verspätung in Abl. V_1 ein Shuntvolumen vorhanden sein, das bei stärkeren Verspätungen auch höher sein kann.

Aus dem Grad der OUP-Verspätung war eine genaue Aussage über Shuntgröße nicht möglich.
Die OUP-Differenzwerte waren nur zweimal regelrecht. Traten negative OUP-Differenzwerte auf, lagen die Shuntvolumina bei 25% und darüber. Stark negative Werte gehörten dabei auch zu den größeren SV, siehe Abb.13.

R/S-Quotienten: Für die Abl. V_1 wurden drei normale R/S-Quotienten gefunden. Achtmal waren sie vergrößert.
Die Abb.14 zeigt, daß hohe Quotienten zu den hohen Drucken gehören können. Es läßt sich jedoch aus der Größe von R/S keine verbindliche Angabe über das SV machen.
In Abl. V_6 waren drei pathologische Werte zu finden, die zu SV von 40, 45 und 50% gehören. Wie die Normalwerte zeigen, besteht keine Beziehung der R/S-Größe zu den SV.

Sokolow-Index: Es wurden fünf pathologische, ein fraglich pathologischer und fünf normale Werte gefunden. Von den pathologischen war jener mit 2,8 mV für Pat.23 mit 60% der höchste. Eine Abhängigkeit der Größe des Index vom Umfang des Shuntvolumens war nicht festzustellen, da die Werte für 25, 50 und 55% sowie für gekreuzten Shunt regelrecht waren.

Die Sodi-Pallares-Quotienten ließen bei den pathologischen Werten keine direkte Aussage über die Shuntgröße zu.

c) Kombination von Rechtswiderstands- und Rechtsvolumenhypertrophie am Beispiel der Pulmonalstenose mit Vorhofseptumdefekt Typ secundum

Untersucht wurden 6 Kinder im Alter von 4 - 13 Jahren. Da eine stärkere Druckerhöhung nur einmal gemessen wurde (Pat.16 - 130 mm Hg), wird von einer getrennten Besprechung von EKG und Druck abgesehen. Die Druckergebnisse werden jeweils bei den Ergebnissen zugefügt. Die genauen Ergebnisse sind in Tab.8 und 14 nachzulesen.(Erklärung Tab.14 siehe umseitig)

Pat.Nr.	alpha QRS in Grad	Druck im rechten Ventrikel mm Hg	Links-Rechts-Shunt in %
14	+ 48	35	ger
8	+ 86	90	w
7	+ 118	70	32
16	+ 135	130	35
15	+ 110	65	50
5	+ 75	38	gekr.

Erklärung zu Tab.14: Alpha QRS, rechtsventrikulärer Druck und Links-Rechts-Shunt bei Patienten mit Pulmonalstenose und Vorhofseptumdefekt Typ secundum.
ger = geringes, w = wechselndes, gekr = gekreuztes Shunvolumen.

Die Häufigkeitsverteilung der pathologischen und fraglich pathologischen EKG-Befunde in % (n = 6) zeigt Tabelle 15.

	pathologisch	fragl. path.
alpha QRS	50,0%	-
Achsendifferenzwinkel	33,3%	-
P II - Amplitude	16,7%	-
P II - Dauer	-	100%
R III - Amplitude	33,3%	-
R aVR - Amplitude	33,3%	-
T II	16,7%	-
QRS - Breite in II	-	16,7%
(R aVL - S aVL) x 2	50 %	50 %
	(für die Goldberger-Ableitungen n = 2)	
P V_1 - Amplitude	16,7%	-
R V_1 - Amplitude	33,3%	16,7%
R'V_1 (vorhanden)	16,7%	-
S V_1 - Amplitude	-	16,7%
QRS - Breite in V_1	16,7%	-
QRS - Form in V_1	100 %	-
OUP R V_1	66,7%	-
T V_1	83,3%	-
S-T-Segmente in V_1	16,7%	-
R V_6 - Amplitude	16,7%	-
S V_6 - Amplitude	50 %	-
OUP R V_6	-	66,7%
OUP R V_6 - OUP R V_1	83,3%	-
R/S V_1	16,7%	-
R/S V_6	83,3%	-
Sokolow-Index	50 %	-
Sodi-Pallares-Quotient	33,3%	-

Tab.15: Häufigkeit pathologischer und fraglich pathologischer EKG-Befunde in % bei Patienten mit Pulmonalstenose und Vorhofseptumdefekt Typ secundum.

Alpha QRS und Achsendifferenzwinkel: Eine Rechtsdrehung der Herzachse wird bei Shuntvolumina (= SV) über 30% gefunden, wie die Abb. 9 zeigt. Die Werte bei wechselndem (Pat. 8), geringem (Pat. 14) und gekreuztem Shunt (Pat. 5) sind regelrecht. Die Achsendifferenzwinkel waren für 32% bei Pat. 7 mit 68 Grad und bei 50% bei Pat. 15 mit 65 Grad pathologisch. Direkte Aussagen aus dem Grad des ADW über die Höhe des SV können nicht gegeben werden.

Extremitätenableitungen

P-Zacke und PQ-Zeit: Die P-Zacke in II war bei Pat. 16 mit 35% SV auf +0,4 mV erhöht, während die Amplituden der anderen Patienten selbst bei 50% SV regelrecht waren. Die P-Zacken sind bei allen sechs Patienten auf 0,08 sec fraglich pathologisch verbreitert. Bei diesen Werten ist eine direkte Aussage über das SV nicht zu geben, da die gleichen Zeiten bei den verschiedensten SV auftreten.

R-Zacken: In Abl. III wurden zwei pathologische R gemessen für 35% SV mit 2,4 mV und für 50% SV mit 2,1 mV.
Die Abl. aVR fehlt in vier Fällen. Die beiden vorhandenen Abl. haben pathologisch erhöhte R mit 0,9 mV für 32% SV (Pat. 7) und mit 1,45 mV für 35% SV (Pat. 16). Größere SV führen hier also zu größeren R-Amplituden. Eine weitere Aussage kann nicht erfolgen.

QRS in II: Die Breite des Kammerkomplexes war fünfmal regelrecht, einmal bei 32% SV für Pat. 7 mit 0,08 sec fraglich pathologisch verbreitert. Es lassen sich keine Beziehungen zwischen Größe des Shunts und der Länge des Kammerkomplexes finden.

T-Zacken: In Abl. II war bei 35% SV für Pat. 16 T negativ und somit pathologisch. Fünfmal lagen normale T vor.

White-Bock-Index: Hier fanden sich bei 32% SV (Pat. 7) mit -1,4 mV ein fraglich pathologischer, bei 35% SV (Pat. 16) mit -4,55 mV und bei 50% SV (Pat. 15) mit -2,7 mV zwei pathologische Werte. Eine zuverlässige Beziehung ist jedoch nicht herauszustellen.

Für (R aVL - S aVL) x 2 waren, bei vier fehlenden Goldberger Abl., ein fraglich pathologischer Wert von -1,4 mV für 32% SV (Pat. 7) und ein pathologischer von -3,8 mV für 35% SV (Pat. 16) errechnet worden. Eine Ableitung der Shuntgröße aus diesen Werten ist also nicht möglich.
Bei den Patienten mit PS und ASD Typ secundum haben die Auswertungen der EKG ergeben, daß Veränderungen ab einem SV von 35% zu erwarten sind. Jedoch sind genaue Korrelationen zwischen EKG-Veränderungen der Extremitätenableitungen und SV nicht abzuleiten.

Brustwandableitungen

P-Zacke und PQ-Zeit: Ein pathologisches P in V_1 war nur einmal für 32% SV (Pat.7) mit +0,3 mV zu finden. Die Zacken der anderen Patienten waren regelrecht, ebenso die P-Breiten und PQ-Zeiten aller sechs Patienten.

R-Zacken: Beim Vergleich von R-Amplituden und SV ergaben sich für die Abl. V_1 bei höheren R auch größere SV. Direkte Beziehungen zwischen R und SV bestehen jedoch nicht. Die R-Amplituden in Abl. V_6 sind sechsmal regelrecht.

S-Zacken: In Abl. V_1 hatte S fünfmal normale Amplituden. Bei Pat.16 war S mit 0,2 mV fraglich pathologisch verkleinert bei 35% SV. In Abl. V_6 finden sich von 32 bis 50% SV pathologische S. Mit der größten Amplitude von 1,3 mV verbindet sich das größte SV von 50%. Bei 32 bzw. 35% SV ist S jedesmal 1,1 mV hoch. Es lassen sich wieder keine exakten Beziehungen zwischen EKG und SV herstellen.

QRS in V_1: Eine pathologische Verbreiterung der QRS-Gruppen auf 0,10 sec lag bei Pat.8 mit wechselndem SV vor. Die Werte der anderen Patienten bewegten sich zwischen 0,06 und 0,08 sec. Die Kammerkomplexe werden bei allen sechs Patienten als pathologisch angesehen (Abb.15).
Es lassen sich aus den QRS-Formen keine Rückschlüsse auf die Höhe des SV ziehen. Eine rSr'-Gruppe wurde bei geringem SV gesehen, bei höheren SV bestehen keine Splitterungen.

Kammerendteile in V_1: Bei 32% SV tritt eine S-T-Senkung um 0,2 mV in Abl. V_1 (Pat.7) auf. Bei allen anderen SV werden isoelektrische S-T-Segmente gefunden.
Die T-Zacken in V_1 waren nur einmal für geringen Shunt (Pat.14) normal und negativ, bei 32, 35% und wechselnden SV sind die T wechselsinnig, bei 50% bzw. gekreuzten SV werden die T-Zacken positiv. Es läßt sich bei positiven T demnach eine stärkere Volumenbelastung annehmen als bei wechselsinnigen Formen. Eine genaue und exakte Aussage über die Höhe des SV ist jedoch nicht zu geben.

OUP der R-Zacken: Die Abb.16 zeigt keine direkte Abhängigkeit der OUP-Verspätung in Abl. V_1 von der Größe des Shuntvolumens. Es wird jedoch bei einer pathologischen OUP-Zeit ein SV von 30% und mehr anzunehmen sein.
In Abl. V_6 sind die OUP bei vier Patienten mit SV von 32 bis 50% und bei gekreuztem SV auf 0,02 sec fraglich pathologisch verkürzt. Bei Pat.14 mit geringem SV bzw. bei Pat.7 mit 32% SV trat der OUP der R-Zacken in V_6 regelrecht ein. Es wird wiederum bei fraglich pathologischen OUP-Werten mit SV von 35% und mehr zu rechnen sein.

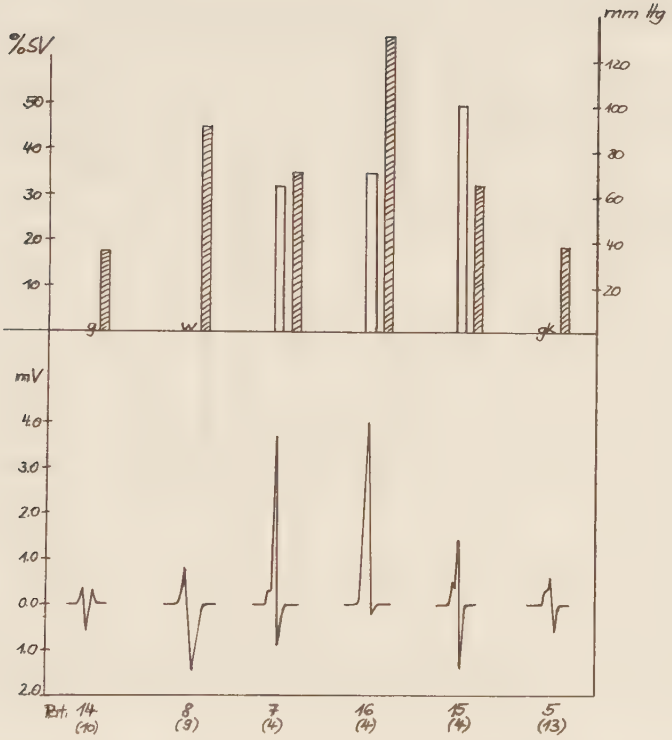

Abb. 15: QRS-Formen in Abl. V_1 und Shuntvolumina, bzw rechtsventrikuläre Drucke bei Vorhofseptumdefekt Typ secundum mit Pulmonalstenose. Die rechte Skala gibt den Druck in mm Hg an. g = geringes Shuntvolumen, w = Shunt wechselnden Ausmaßes.
Weitere Erklärungen siehe Abb. 10 und 11.

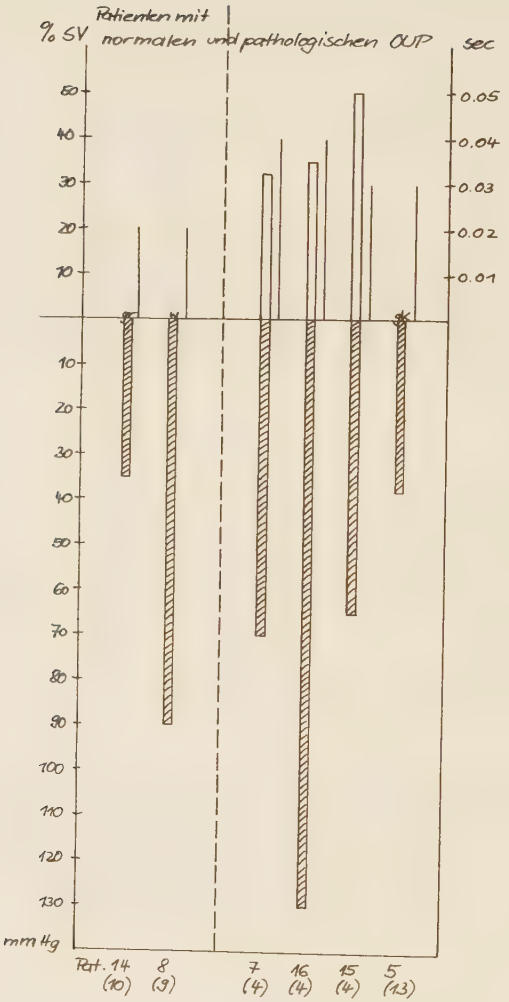

Abb. 16: Obere Umschlagspunkte der R-Zacken in Abl. V_1 und Shuntvolumina bzw. rechtsventrikuläre Drucke bei Pulmonalstenosen mit Vorhofseptumdefekt Typ secundum. Die rechte Skala gibt die OUP-Werte in sec an.
Weitere Erklärungen siehe Abb. 10.

Die OUP-Differenzwerte waren nur für Pat.14 mit +0,02 sec bei geringem SV normal. Die pathologischen Werte zeigen allerdings keine direkte Abhängigkeit von der Größe des SV.

R/S-Quotienten: Vier regelrechte Werte wurden für die Abl. V_1 gefunden. Einmal war der Quotient mit 4,11 bei 32% SV für Pat.7 fraglich pathologisch und einmal mit 20,00 bei 35% SV für Pat.16 pathologisch. Es besteht keine Abhängigkeit des R/S-Quotienten in V_1 von den SV.

Sokolow-Index und Sodi-Pallares-Quotient lassen bei keinem Patienten einen direkten Zusammenhang zu den Shuntvolumina erkennen (siehe Tab.8 und 14).

D. DISKUSSION

a) Elektrokradiogramm und Druck

Stärkere Druckbelastung des rechten Herzens führt über eine Verschiebung des Muskelmassenverhältnisses zugunsten der rechten Kammer zu Elektrokardiogrammveränderungen (62).

Es werden die im Sinne einer Rechtshypertrophie veränderten Elektrokardiogramme von 13 Kindern mit Pulmonalstenose den bei der Rechtsherzkatheterung gefundenen Drucken gegenübergestellt mit der Frage, inwieweit Beziehungen zwischen Veränderungen im Elektrokradiogramm und Druckwerten in der rechten Kammer bestehen. Diese werden mit Literaturergebnissen verglichen.

Zum Auftreten einer Rechtsabweichung der Herzachse werden nach Torner-Soler und Mitarb. (83) Drucke von mindestens 70 mm Hg benötigt. Den größeren Winkeln alpha QRS werden die höheren Drucke zugeordnet. Garcia-Palmieri und Mitarb. (24) geben bei Pulomonalstenosen Winkel bis +210 Grad (entsprechend -150 Grad) an. Schmidt (67) betont dagegen, daß die Winkel selten über +135 Grad hinausgehen.

Bei den 13 untersuchten Kindern mit Pulmonalstenosen und Drucken bis 180 mm Hg finden sich zwei an der oberen Normgrenze liegende Winkel alpha QRS von +97 (110 mm Hg) bzw. +103 (155 mm Hg) Grad bei Zugrundelegung des Grenzwinkels von +105 Grad (30, 67, 94).
Drei pathologische alpha QRS von +113, +119 und +178 Grad gehören zu Drucken von 45, 180 und 150 mm Hg. Drucke, die in unseren Fällen zur Rechtsdrehung der Herzachse führen, liegen nicht wie Torner-Soler und

Mitarb. (83) angeben, bei mindestens 70 mm Hg, sondern schon bei 45 mm Hg. Andererseits findet sich bei einem rechtsventrikulären Druck von 110 mm Hg ein normaler Winkel alpha QRS von 88 Grad. Beziehungen zwischen den Winkeln alpha QRS und Druckwerten in der rechten Herzkammer können nur insofern angenommen werden, als größeren alpha QRS im allgemeinen höhere Drucke im rechten Ventrikel zugeordnet werden können. Eine exakte Angabe der Druckhöhe aus dem Grad der Rechtsdrehung ist jedoch nicht möglich.

Eine Vergrößerung des Achsendifferenzwinkels über 60 Grad hinaus (33, 36, 55, 67, 79) wird bei den 13 Kindern mit Pulmonalstenose nur zweimal beobachtet. Bei Druckwerten von 110 bzw. 150 mm Hg liegen die zugehörigen Achsendifferenzwinkel bei 66 bzw. 163 Grad. Eine Abhängigkeit vom rechtsventrikulären Druck besteht offensichtlich nicht, da selbst 155 bzw. 180 mm Hg keine Vergrößerung der Achsendifferenzwinkel zur Folge hatten.

Amplituden der P-Zacken bis +0,25 mV werden bei Drucken unter 44 mm Hg gefunden (13), während zu +0,30 mV Drucke über 55 mm Hg gehören sollen (13). Schmidt (67) beschreibt ein P-dextrocardiale ab 40 mm Hg, Braunwald und Mitarb. (9) ab 70 mm Hg und Yahini und Mitarb. (93) sogar erst bei einem rechtsventrikulären Druck über 133 mm Hg.

Bei unseren 13 untersuchten Kindern finden sich in Abl.II nur zwei P-dextrocardiale von +0,30 mV (180 mm Hg) und +0,35 mV (35 mm Hg). In Abl.V_1 liegen die P-Amplituden dreimal im pathologischen Bereich mit +0,25 mV (35 mm Hg), +0,30 mV (80 mm Hg) und +0,60 mV (150 mm Hg). Es werden demnach nur bei 4 der 13 Kinder mit Pulomonastenose P-dextrocardiale gefunden. Wie die zugehörigen rechtsventrikulären Druckwerte erkennen lassen, sind nicht selten höhere Amplituden den höheren Drucken zuzuordnen. Im Gegensatz zu mehreren Autoren (9, 13, 67, 93) werden für unsere 13 Kinder mit rechtsventrikulärer Druckbelastung P-dextrocardiale bereits ab 35 mm Hg gesehen. Aus der Höhe der Amplituden kann keine exakte Angabe über das Ausmaß der Druckbelastung gegeben werden.

Vom rechtsventrikulären Druck abhängige P-Q-Zeiten konnten entgegen den Angaben von Burch und de Pasquale (10), Garcia-Palmieri und Mitarb. (24), Reindell und Mitarb. (59) und Schmidt (67) nicht gefunden werden. Die P-Q-Zeiten sind bei allen Druckhöhen regelrecht.

Überhöhte R-Amplituden in Abl. V_1 werden nach Torner-Soler und Mitarb. (83) ab 60 mm Hg, nach Beuren (7) ab 65 mm Hg gefunden. Von den 13 Kindern mit Pulmonalstenose liegen ab 80 mm Hg Druck im rechten Ventrikel die Amplituden der R-Zacken viermal über dem Normbereich.

R'-Zacken werden bereits ab 35 mm Hg registriert. Insgesamt liegen zehnmal pathologische R-Gruppen vor. Regelrechte R- und keine R'-Zacken haben nur drei der dreizehn Kinder bei Drucken in der rechten Herzkammer zwischen 40 und 90 mm Hg.
Führen mehrere Autoren (6, 9, 14, 67, 72, 81) erst für Drucke über 100 mm Hg R-Amplituden über 2,00 mV an, finden sich bei unseren Kindern diese Amplituden schon bei 80 mm Hg.
Entsprechend den Untersuchungen von Gutheil (29), Lepeschkin und Schenetten (45), Reindell und Mitarb. (58) und Scherlis und Mitarb. (63) findet sich bei den 13 untersuchten Kindern mit Pulomonalstenose eine lockere Beziehung zwischen R bzw. R' in Abl. V_1 und rechtsventrikulären Drucken. Die stärksten Erhöhungen sind den höchsten Druckwerten zuzuordnen.
Bei 2 Kindern mit einem rechtsventrikulären Druck von 180 mm Hg bzw. 150 mm Hg betragen die R-Zackenamplituden 4,00 mV bzw. 3,00 mV.

Veränderungen der Kammeranfangsschwankung (QRS-Gruppe) in Abl. V_1 in Form von rsR', rR's oder rsR's' geben Braunwald und Mitarb. (9) ab 30 mm Hg an. Von den 13 untersuchten Kindern mit Pulomonalstenose haben 11 Kinder pathologische QRS-Gruppen bei Drucken zwischen 35 und 180 mm Hg. Bei 80 bzw. 180 mm Hg liegen Rs-Formen vor, bei 110 mm Hg rR'-Konfigurationen und bei 150 mm Hg reine R-Komplexe. Diese rein positiven Kammeranfangsschwankungen sind offensichtlich nur bei beträchtlichen Druckerhöhungen zu finden, ohne daß diese allerdings dazu führen müssen.

Zu einer Verspätung der oberen Umschlagspunkte der R-Zacken in Abl. V_1 über 0,04 sec führt nach Torner-Soler und Mitarb. (83) ein rechtsventrikulärer Druck über 60 mm Hg. Bei den 13 Kindern mit Pulmonalstenose finden sich zwölfmal Verspätungen für Drucke zwischen 35 und 180 mm Hg. Bei 35 bzw. 45 mm Hg werden für unsere Kinder bereits Verspätungen von 0,05 bzw. 0,07 sec gemessen. Bei 60 mm Hg liegt der obere Umschlagspunkt der R-Zacken in V_1 bei nur 0,04 sec, bei 180 mm Hg werden nur 0,03 sec gemessen. Eine genaue Abhängigkeit der oberen Umschlagspunkte der R-Zacken von der Druckhöhe in der rechten Herzkammer, wie sie Torner-Soler und Mitarb. (83) angeben, wird bei unseren Kindern vermißt.

Grosse-Brockhoff und Loogen (28), Gutheil (29) und Klepzig und Mitarb. (39) rechnen ab 70 mm Hg Druck im rechten Ventrikel mit beginnenden Endteilveränderungen. Drucke über 100 mm Hg können

nach verschiedenen Autoren (6, 28, 29, 39, 45, 67) zu ausgeprägter Diskordanz zwischen Kammeranfangs- und -endschwankung führen. Bei Kindern bis zu 12 Jahren wird ein negatives T in Abl. V_1 allerdings als physiologisch angesehen (90, 94), während ein positives T in dieser Ableitung als Zeichen einer Rechtshypertrophie gewertet wird (33, 90). Von 13 Kindern mit Pulmonalstenose sieht man nur einmal eine S-T-Senkung in V_1 um 0,25 mV bei einem rechtsventrikulären Druck von 180 mm Hg. Die T-Zacken in Abl. V_1 sind siebenmal positiv und entsprechend dem Alter der Kinder pathologisch; der zugehörige Druck schwankte zwischen 50 und 155 mm Hg. Wechselsinnige, pathologische T werden bei Drucken von 35, 45 und 180 mm Hg dreimal gefunden.
Regelrecht sind die T-Zacken der drei Kinder mit rechtsventrikulären Drucken von 40, 110 und 150 mm Hg. Wie die Ergebnisse der 13 Kinder mit Pulomonalstenose zeigen, können Endteilveränderungen schon bei Drucken unter 70 mm Hg vorkommen entgegen den Angaben aus der Literatur (28, 29, 39). Direkte Beziehungen zwischen Endteilveränderungen und rechtsventrikulärem Druck lassen sich nicht herstellen, wie auch Loogen und Varvitsiotis (46) beobachten.

Verschiedene Autoren (6, 83) geben Erhöhungen der R/S-Quotienten in Abl. V_1 über 1,0 für rechtsventrikuläre Drucke über 60 mm Hg an. Für unsere Kinder unter 4 Jahren werden Werte bis 4,6 als regelrecht angesehen (78). Neun der 13 Kinder haben pathologische R/S-Quotienten bei Drucken zwischen 35 und 180 mm Hg. Quotienten von 10,0 gehören zu Drucken von 80 bzw. 180 mm Hg. Pathologische Quotienten finden sich entgegen Literaturangaben (6, 83) bereits bei 35 mm Hg, regelrechte allerdings auch bei Drucken über 60 mm Hg. Trotz des hohen Prozentsatzes pathologischer R/S-Quotienten in V_1 lassen sich entgegen den Beobachtungen von de Pasquale und Burch (55) keine direkten Aussagen über die Druckhöhe im rechten Ventrikel aus den Größen der R/S-Quotienten in V_1 geben.

In Abl. V_6 sehen Bentivoglio und Mitarb. (6) erst für Drucke über 110 mm Hg Verkleinerungen der R/S-Quotienten. Sieben der 13 Kinder mit Pulmonalstenose haben pathologische Quotienten bei Druckwerten zwischen 40 und 155 mm Hg. Unsere Messungen ergaben entgegen Bentivoglio und Mitarb. (6) Verkleinerungen der R/S-Quotienten in Abl. V_5 für wesentlich geringere Drucke. Es lassen sich also weder die Befunde obengenannter Autoren (6, 55, 83) bestätigen, noch ist aus der Größe pathologischer Quotienten auf die Höhe des rechtsventrikulären Druckes zu schließen.

Loogen und Varvitsiotis (46) stellen höheren rechtsventrikulären Drucken stärkere Elektrokardiogrammveränderungen gegenüber. Diese Feststellung kann bei unseren 13 Kindern mit Pulmonalstenose unter Einschränkungen bestätigt werden. Es werden bei höheren rechtsventrikulären Drucken die nach Ausmaß stärkeren Veränderungen festgestellt, jedoch zeigen 2 Kinder mit 35 bzw. 45 mm Hg ebenso häufig pathologische EKG-Daten wie Patienten mit rechtsventrikulären Drucken von 110 bzw. 150 mm Hg. Einschränkend wird also gesagt, daß stärkere Veränderungen im Elektrokradiogramm durch höhere Drucke hervorgerufen sein können.
Die wichtigsten Kriterien einer Rechtshypertrophie sind nach unseren Messungen die folgenden (nach Häufigkeit geordnet):

R in aVR	6 x	pathologisch
R/S in V_6	7 x	"
Sokolow-Index	7 x	"
R/S in V_1	9 x	"
R bzw. R' in V_1	10 x	"
T-Zacken in V_1	10 x	"
QRS-Gruppen in V_1	11 x	"

(RS = 2x, Rs = 2x, RSr' = 1x, rsr' = 1x, rsR'S' = 1x, rr'S = 1x, rR's = 1x, rR' = 1x, und R = 1x)

OUP R V_6 - OUP R V_1	11 x	pathologisch
OUP der R-Zacken in V_1	12 x	"

b) Elektrokardiogramm und Shunt

In der Literatur finden sich Angaben über Beziehungen zwischen Elektrokradiogramm und Shuntvolumina für P-Zacken und QRS-Gruppen. Es werden elektrokardiographische Befunde von 17 Kindern mit Rechtsvolumenbelastung (Vorhofseptumdefekt Typ secundum und Pulmonalstenose mit Vorhofseptumdefekt Typ secundum) den bei Rechtsherzkatheterung gemessenen Shuntvolumina gegenübergestellt. Diese Befunde werden mit Angaben aus der Literatur verglichen mit der Fragestellung, ob und inwieweit aus EKG-Veränderungen Aussagen über die Höhe bestehender Volumenbelastungen möglich sind.

Großen Shuntvolumina stellen Reindell und Mitarb. (59) und Schmidt (67) erhöhte P-Zacken gegenüber, wobei Schmidt (67) bei Shuntvolumina über 40% spitze P-pulmonale in V_1 gesehen hat.
Von den 17 Kindern mit Rechtsvolumenbelastung haben 7 Kinder in Abl.V_1 P-dextrocardiale, deren Amplituden zwischen +0,25 und +0,40 mV liegen. Die zugehörigen Shuntvolumina betragen 32 bis 60%. Eine direkte Abhängigkeit der P-Amplituden von der Shuntgröße wird bei unseren Kindern nicht gesehen, sind doch die P-Zacken bei 32 und 60% jeweils +0,30 mV hoch. Andererseits werden bei 40, 50 und 55% Shuntvolumina im kleinen Kreislauf regelrechte Amplituden gemessen. Normalkonfigurierte P-Zacken finden sich in Abl.V_1 insgesamt zehnmal.

Als Kriterium der Rechtsvolumenhypertrophie geben mehrere Autoren (2, 17, 20, 31, 35, 45, 48, 59, 60, 62, 67, 71, 85, 87, 92) eine Verlängerung der QRS-Dauer in V_1 auf 0,10 - 0,12 sec an. Müller-Brunotte (50) stellt dies in fast 100% der Fälle mit Vorhofseptumdefekt fest. Von unseren 17 Kindern mit Rechtsvolumenbelastung werden dreimal QRS-Gruppen von 0,10 sec Dauer gemessen bei Shuntgrößen von 35 bzw. 38% und einmal wechselnden Volumina. Entgegen den Angaben obengenannter Autoren haben bei unseren Kindern selbst stärkste Volumenbelastungen keine Auswirkungen auf die QRS-Dauer in Abl.V_1.

Schmidt (67) stellt rechtstypischeren QRS-Konfigurationen in Abl.V_1 die größeren Shuntvolumina im kleinen Kreislauf gegenüber und gibt R' in V_1 als Maßstab für die Shuntgröße an.
Bei den 17 Kindern mit Rechtsvolumenbelastung werden die rechtstypischeren Kammerkomplexe keineswegs mit den größeren Shuntvolumina verbunden. Liegen bei 30% Shunt im kleinen Kreislauf rein positive Kammerkomplexe vor, werden diese bei 50% in Form von RS gefunden. Insgesamt werden bei den 17 Kindern sechzehnmal pathologische Kammergruppen beobachtet. R'-Zacken werden sechsmal registriert bei Shuntvolumina zwischen 26 und 40%. Eine direkte Abhängigkeit der Zackenhöhe von der Shuntgröße besteht nicht. Bei einem Kind mit nachgewiesenem Vorhofseptumdefekt Typ secundum ohne sicheren Hinweis auf einen Shunt wird auch eine regelrechte rS-Gruppe in V_1 registriert. Aus den Befunden läßt sich eine Beziehung der Kammergruppenkonfiguration zu den Shuntvolumina nur insofern sehen, daß Shuntvolumina in allen Fällen Veränderungen der Kammeranfangsschwankung bewirken, ohne jedoch auf den Schweregrad der Belastung hinzuweisen.

Barth und Mitarb (2) geben eine deutliche Beziehung der Verspätung der oberen Umschlagspunkte der R-Zacken in V_1 zu der Größe

des Links-Rechts-Shunts an. Bei 13 der 17 Kinder mit Rechtsvolumenbelastung des Herzens wird eine Verspätung der oberen Umschlagspunkte der R-Zacken in Abl.V_1 gemessen. Die Shuntvolumina liegen dabei zwischen 26 und 50%. Das Ausmaß der Verspätung ist jedoch ohne Beziehung zur Größe der Shuntvolumina. Liegt z.B. die Verspätung der oberen Umschlagspunkte für 26% bei 0,06 sec, werden bei 50% zweimal nur 0,03 sec registriert. Regelrecht treten die oberen Umschlagspunkte der R-Zacken in V_1 viermal ein bei Shuntvolumina von 30 und 40% sowie bei geringem und wechselndem Shunt.

Wie die Ausführungen zeigen, fehlen direkte Beziehungen zwischen den elektrokardiographischen Merkmalen der Rechtsvolumenhypertrophie und der tatsächlichen Rechtsvolumenbelastung. Dies entspricht den Beobachtungen von Lepeschkin und Schenetten (45).
Jedoch läßt sich feststellen, daß mit steigendem Shuntvolumen im kleinen Kreislauf die Anzahl und in geringem Umfang auch das Ausmaß der Rechtshypertrophiezeichen zunehmen können. Empfindlichste elektrokardiographische Merkmale der Rechtsvolumenhypertrophie sind nach unseren Messungen an 17 Kindern mit Vorhofseptumdefekt Typ secundum bzw. Pulmonalstenose mit Vorhofseptumdefekt Typ secundum die Veränderungen der Kammerkomplexe in Ab.V_1 und die Verspätungen der oberen Umschlagspunkte der R-Zacken in Abl.V_1.

E. ZUSAMMENFASSUNG

Nach einer Einleitung wird kurz auf die Geschichte von Elektrokardiographie und Herzkatheterismus hingewiesen. Es folgt eine Literaturübersicht mit Zusammenstellung der heute gebräuchlichen Rechtshypertrophiekriterien im Elektrokardiogramm. An einem Patientengut von 30 Kindern mit Pulmonalstenose, Vorhofseptumdefekt Typ secundum und Pulmonalstenose mit isoliertem Vorhofseptum Typ secundum werden die Ergebnisse der elektrokardiographischen Untersuchungen mitgeteilt. Diese werden mit den bei der Rechtsherzkatheterung gemessenen Druck- und Shuntvolumenwerten verglichen. Dabei werden die Übereinstimmungen bzw. Diskrepanzen zu den Angaben aus der Literatur dargelegt. Die Vergleiche zwischen Elektrokardiogrammen und rechtsventrikulären Drucken ergeben keine Gesetzmäßigkeiten. Eine lockere Beziehung kann lediglich zwischen R-Zackenhöhe in Abl. V_1 und dem Druck der rechten Kammer angenommen werden.

Empfindlichstes Merkmal beim Vergleich zwischen Elektrokardiogramm und Shuntvolumina im kleinen Kreislauf ist bei unseren untersuchten Kindern die Verspätung der oberen Umschlagspunkte der R-Zacken in Abl. V_1. Aus dem Grad der Verspätung läßt sich die Stärke der Rechtsvolumenbelastung jedoch nicht ablesen.

Zusammenfassend wird festgestellt, daß die nach Anzahl und Ausmaß stärker veränderten Elektrokardiogramme auf stärkere Rechtsherzbelastung schließen lassen. Den Hypertrophiekriterien fehlt jedoch eine exakte Aussagekraft über die hämodynamischen Verhältnisse im rechten Herzen bzw. im kleinen Kreislauf.

F. LITERATURVERZEICHNIS

1) Alimurung, M.A. und Massel, B.F.: The normal P-R intervall in infants and children. Circulation 13, 257 (1956)

2) Barth, So, C.S., Kiefhaber, F. und Blömer, H.: Klinische Kriterien zur Beurteilung des Vorhofseptumdefektes. Z.Kreislaufforschg. 53, 272 (1964)

3) Bayer, O., Landen, H.C., Dortmann, A. und Effert, S.: Zur Diagnostik angeborener Herz- und Gefäßmißbildungen. Arch.Kreislaufforschg. 16, 319 (1950)

4) Bayer, O. und Ganter, H.: Zur Diagnostik angeborener Herz- und Gefäßmißbildungen. Arch.Kreislaufforschg. 16, 363 (1950)

5) Bayer, O., Loogen, F. und Wolter, H.H.: Der Herzkatheterismus bei angeborenen und erworbenen Herzfehlern. Thieme-Verlag Stuttgart 1954

6) Bentivoglio, L.G., Maranhao, V. und Downing, D.F.: The electrocardiogram in pulmonary stenosis with intact septa. Am.Heart J. 59, 347 (1960)

7) Beuren, J.A.: Die Fallotsche Tetralogie und Trilogie. Ergebn.in. Med. und Kiheiku 21, 1 (1964)

8) Bilger, R., Sanders, R., Reindell, H. und Klepzig, H.: Die vektorkardiographischen Befunde bei der krankhaften Belastung des rechten Herzens. Arch.Kreislaufforschg. 27, 117 (1957)

9) Braunwald, E., Donoso, E., Sapin, S.O. und Grishman, A.: A study of the electrocardiogram and vectorcardiogram in congenital heart disease. Am.Heart J.50, 591 (1955)

10) Burch, G.E. und de Pasquale, N.: The electrocardiogram and ventricular gradient in atrial septal defect. Am.Heart J.58, 190 (1959)

11) Burch, G.E. und de Pasquale, N.: The spatial vectorcardiogram in proved congenital atrial septal defects. Am.Heart J. 58, 319 (1959)

12) Burch, G.E. und die Pasquale, N.: The electrocardiogram, vectorcardiogram and ventricular gradient in combined pulmonary stenosis and interatrial communication. Am.J.Cardiol. 7, 646 (1961)

13) Cascos-Sanchez, A. und Deucher, D.: The P wave in atrial septal defect. Brit. Heart J. 25, 202 (1963)

14) Cayler, G.C., Ongley, P. und Nadas, A.S.: Relation of systolic pressure in the right ventricle to the electrocardiogram. New Engl. J. Med. 258, 979 (1958)

15) Coelho, E., Sequerra Amram, S. und Bordalo e Sa, S.: Electrocardiogram and vectorcardiogram of ostium secundum and ostium primum. Cardiologia 37, 293, 319 (1960)

16) Davis, D.H., Pryor, R. und Blount jr., S.G.: Electrocardiographic changes in atrial septal defect following surgical correction. Brit. Heart J. 22, 274 (1960)

17) Derra, E., Grosse-Brockhoff, F. und Loogen, F.: Der Vorhofseptumdefekt. Ergebn. inn. Med. und Kiheiku 22, 211 (1965)

18) Doll, E., Klepzig, H., Reindell, H. und Mehnert, G.: Das Brustwandelektrokardiogramm beim Kind. Z. Kreislaufforsch. 42, 641 (1953)

19) Doll, E., Bilger, R. und Reindell, H.: Ein neues Kriterium für die Hypertrophie des rechten Ventrikels im Extremitätenelektrokardiogramm. Z. Kreislaufforschg. 50, 911 (1961)

20) Effert, S., Rippert, R. und Schaub, W.: Elektrokradiogramm und Phonokardiogramm beim Vorhofseptumdefekt. Arch. Kreislaufforschg. 27, 171 (1957)

21) Evans, J.R., Rowe, R.D. und Keith, J.D.: The clinical diagnosis of atrial septal defect in children. Am. J. Med. 30, 345 (1961)

22) Fellmann, M., Schaub, F., Bühlmann, A. und Fleisch, A.O.: Zur Klinik und Pathophysiologie des Vorhofseptumdefekts. Schweiz. med. Wschr. 87, 775 (1957)

23) Fono, R. und Littmann, I.: Die kongenitalen Fehler des Herzens und der großen Gefäße. Joh. Ambrosius Barth, Leipzig 1957

24) Garcia-Palmieri, M.R., Rodriguez, R.C. und Girod, C.: The electrocardiogram and vectorcardiogram in congenital heart disease. Am. Heart J. 68, 556 (1964)

25) Gillmann, H.: Elektrokardiographische Analysen bei verschiedenen Graden und Formen der Druck- und Volumenüberlastung des rechten Ventrikels mittels Sektordiagraphie. Arch. Kreislaufforschg. 28, 79 (1958)

26) Gillmann, H. und Betzner, J.: Die Häufigkeitsverteilung der EKG-Typen in Frontal- und Horizontalprojektionen bei verschieden kongenitalen Vitien. Z.Kreislaufforschg. 53, 1114 (1964)

27) Goodwin, J.F.: The electrocardiogram in normal children with right ventricular hypertrophy. Brit.Heart J. 14, 173 (1952)

28) Grosse-Brockhoff, F. und Loogen, F.: Klinik und Hämodynamik der Pulmonalstenose ohne Ventrikelseptumdefekt. Dtsch.med.Wschr. 84, 133 (1959)

29) Gutheil, H.: Vergleichende elektrokardiographische und hämodynamische Untersuchungen bei der Pulmonalstenose ohne Ventrikelseptumdefekt. Z.Kreislaufforsch. 52, 283 (1963)

30) Gutheil, H.: Die Bestimmung des Druckes in den Herzkammern mit Hilfe des Elektrokardiogramms bei angeborenen Herzfehlern des Kindes. 50.Beiheft zum Arch.Kiheiku, Ferdinand Verlag, Stuttgart 1964

31) Hager, W.: Die Bedeutung klinischer Untersuchungsmethoden in der Diagnostik der häufigsten angeborenen Herzfehler. I.Teil. Pädiat.Prax. 3, 517 (1964)

32) Hager, W.: II.Teil. Pädiat.Prax. 1, 263 (1965)

33) Halhuber, M.J. und Günther, R.: Praktischer EKG-Kurs. Joh.Ambrosius Barth, München 1961

34) Hastreiter, A.R., Wennemark, J.R., Miller, R.A. und Paul, M.H.: Secundum atrial septal defects with congestive heart failure during infancy and early childhood. Am.Heart J. 64, 467 (1962)

35) Heck, W. und Störmer, J.: Pädiatrischer EKG-Atlas. Thieme Verlag, Stuttgart 1958

36) Holzmann, M.: Klinische Elektrokardiographie. Thieme Verlag, Stuttgart 1961

37) Jacobi, J. und Loewneck, M.: Operable Herzleiden. Thieme Verlag, Stuttgart 1958

38) Kirchhoff, H.W. und Burmeister, W.: Untersuchungen über das a-v-Intervall im kindlichen Elektrokardiogramm. Z.Kreislaufforschg. 41, 812 (1952)

39) Klepzig, H., Doll, E. und Reindell, H.: Vektorkardiogramm und Brustwandelektrokardiogramm sowie ihre Abhängigkeit von intrakardialen Druckwerten bei vermehrter Rechtsbelastung des Herzens. Z. Kreislaufforschg. 44, 36 (1955)

40) Klepzig, H. und Reindell, H.: Die Ausmessung des EKG und deren klinische Bedeutung. 1. Freiburger Kolloquium 1958

41) Koeffler, H.: Die klinische Bedeutung des unvollständigen Rechtsschenkelblocks und seiner physiologischen Variante. Z. Kreislaufforschg. 50, 745 (1961)

42) Korth, C.: Klinische Elektrokardiographie. Urban & Schwarzenberg Verlag, München - Berlin 1952

43) Lee, Y.-C. und Scherlis, L.: Atrial septal defect. Circulation 25, 1024 (1962)

44) Lepeschkin, E.: Über das normale Brustwandelektrokardiogramm im Kindesalter. Arch. Kreislaufforschg. 3, 321 (1938)

45) Lepeschkin, E. und Schenetten, F. P. N.: Das Elektrokardiogramm. Steinkopff Verlag, Dresden und Leipzig 1957

46) Loogen, F. und Varvitsiotis, T.: Zur Klinik und Hämodynamik der infundibulären Pulmonalstenose ohne Ventrikelseptumdefekt. Z. Kreislaufforschg. 52, 504 (1963)

47) Michel, D., Bock, K., Hartleb, O. und Herbst, M.: Elektrokardiographische Beobachtungen an 130 Pulmonalstenosen. Verh. Dtsch. Ges. Kreislaufforschg. 23, 318 (1957)

48) Milnor, W. R.: Electrocardiogram and vectorcardiogram in right ventricular hypertrophy and right bundle branch block. Circulation 16, 348 (1957)

49) Milnor, W. R. und Bertrand, C. A.: The electrocardiogram in atrial septal defect. Am. J. Med. 22, 223 (1957)

50) Müller-Brunotte, P.: Die Diagnostik angeborener Herzfehler im Kindesalter. Med. Klinik 57, 337, 377 (1962)

51) Nitsch, K.: Das EKG des rechtsüberlasteten Herzens bei pulmonalen Erkrankungen. Mschr. Kiheiku 108, 95 (1965)

52) de Oliveira, J.M. und Zimmerman, H.A.: The electrocardiogram in interatrial septal defects, and its correlation with hemodynamics. Am.Heart J. 55, 369 (1958)

53) de Oliveira, J.M. und Zimmerman, H.A.: The electrocardiogram in interatrial septal defects. Am.J.Cardiol. 2, 694 (1958)

54) Onat, T.: Die Volumenüberlastung des rechten Ventrikels. Cardiologia 39, 191 (1961)

55) de Pasquale, N. und Burch, G.E.: The electrocardiogram and ventricular gradient in isolated congenital pulmonary stenosis. Circulation 21, 181 (1960)

56) de Pasquale, N. und Burch, G.E.: A study of ventricular gradient in normal infants and children. Am.J.Cardiol. 5, 464 (1960)

57) Pryor, R., Woodwark, G.M. und Blount, S.G.: Electrocardiographic changes in atrial septal defects. Am.Heart J. 58, 689 (1959)

58) Reindell, H., Doll, E., Steim, H., Bilger, R., Emmrich, J. und König, K.: Das prä- und postoperative Röntgenbild angeborener Herzfehler, seine diagnostische, pathophysiologische und prognostische Bedeutung. Arch.Kreislaufforschg. 32, 174 (1960)

59) Reindell, H., Doll.E., Steim, H., Bilger, R., König, K., Gebhard, W. und Emmrich, J.: Das prä- und postoperative Röntgenbild angeborener Herzfehler, seine Bedeutung für Diagnose, Prognose und Pathophysiologie. Arch.Kreislaufforschg. 38, 71 (1962)

60) Ritter, O. und Fattorusso, V.: Atlas der Elektrokardiographie. Karger, Basel 1957

61) Schaub, F., Vögtlin, J. und Bühlmann, A.: Die Beziehungen zwischen den elektrokardiographischen Veränderungen der Rechtshypertrophie und den hämodynamischen Größen des Lungenkreislaufs bei kongenitalen Vitien, bei Mitralstenose und beim chronischen Cor pulmonale. Cardiologia 26, 209 (1955)

62) Schaub, F.: Grundriß der Elektrokardiographie. Documenta Geigy 1, 1965

63) Scherlis, L., Koenker, R.J. und Lee, Y.-C.: Pulmonary stenosis. Circulation 28, 288 (1963)

64) Schmidt, J. und Mittweg, H.: Untersuchungen über die P-Zacke des Elektrokardiogramms. Z.Kreislaufforschg. 40, 463 (1951)

65) Schmidt, J.: Untersuchungen über P-Zacke im EKG. Z.Kreislaufforschg. 41, 10 (1952)

66) Schmidt, J.: Die Bedeutung der P-Zacke in der klinischen Elektrokardiographie. Z.Kreislaufforschg. 44, 837 (1955)

67) Schmidt, J.: Hämodynamik und EKG. Urban & Schwarzenberg, München - Berlin 1961

68) Schmidt, J.: Die Herzhypertrophie im EKG. Z.Kreislaufforschg. 52, 623, 721 (1963)

69) Schröder, R. und Südhoff, H.: Praktische EKG-Auswertung. Schattauer Verlag, Stuttgart 1964

70) Scott, R.C.: The correlation between the electrocardiographic patterns of ventricular hypertrophy and anatomic findings. Circulation 21, 256 (1960)

71) Silver, A.M., Siderides, L.E. und Antonius, N.A.: The right precordial leads in congenital heart diseases manifesting right ventricular preponderance. Am.J.Cardiol. 3, 713 (1959)

72) Silverman, B.K., Nadas, A.S., Wittenborg, M.H., Goodale, W.T. und Gross, R.E.: Pulmonary stenosis with intact ventricular septum. Am.J.Med. 20, 53 (1956)

73) So, C.S. und Blömer, H.: Die Zeichen der Rechts- und Linkshypertrophie im EKG unter besonderer Berücksichtigung der Druck- und Volumenüberlastung. Med.Klinik 59, 569 (1964)

74) Sokolow, M. und Friedlander, R.D.: The normal unipolar precordial and limb lead electrocardiogram. Am.Heart J. 38, 665 (1949)

75) Sokolow, M. und Lyon, T.P.: The ventricular complex in right ventricular hypertrophy as obtained by unipolar and limb leads. Am.Heart J. 38, 273 (1949)

76) Sokolow, M. und Edgar, A.L.: A study of V-leads in congenital heart disease. With particular reference to ventricular hypertrophy and its diagnostic value. Am.Heart J. 40, 232 (1950)

77) Störmer, J.: OUP der R-Zacke im Brustwand-EKG bei der Rechtshypertrophie im Kindesalter bei angeborenen Herzfehlern. Z.Kreislaufforschg. 44, 636 (1955)

78) Störmer, J. und Godt, B.: Normalwerte für den R/S-Quotienten in den Brustwandableitungen im Säuglings- und Kinder-EKG. Z.Kreislaufforschg. 50, 951 (1961)

79) Störmer, J.: Das EKG als Ausdruck der verschiedenartigen Hypertrophien des rechten Ventrikels beim Fallot und bei der Pulmonalstenose. Arch.Kiheiku 164, 105 (1961)

80) Störmer, J.: R/S-Quotient in den BWA und Sokolow-Index bei der Rechtshypertrophie im Säuglings- und Kinder-EKG. Arch.Kiheiku 165, 125 (1961)

81) Störmer, J.: Die R- und S-Zacken im Brustwand-EKG bei der Rechtshypertrophie im Säuglings- und Kindesalter. Mschr.Kiheiku 110, 240 (1962)

82) Störmer, J.: Weitere Untersuchungen über den OUP der R-Zacke bei der Rechtshypertrophie im Säuglings- und Kindesalter. Z.Kreislaufforschg. 51, 462 (1962)

83) Torner-Soler, M., Balaguer-Vintro, J. und Gilbert-Queralto, J.: Elevated right ventricular pressure. Am.Heart J. 49, 538 (1955)

84) Torner-Soler, M., Marato-Portell, J. und Balaguer-Vintro, J.: Pulmonary stenosis with closed ventricular septum. Am.Heart J. 53, 213 (1957)

85) Unghvary, L. und Farkas, F.: Die Veränderungen der Q- und der S-Achsen mit der Entwicklung des Herzens und dem Wachsen des Lebensalters. Z.Kreislaufforschg. 40, 25 (1951)

86) Vitek, B.: Ein Beitrag zur Diagnostik des Ostium primum und des Ostium secundum mit Hilfe der intrakardialen Elektrokardiographie. Z.Kreislaufforschg. 51, 1041 (1962)

87) Wagner, J. und Graham, G.R.: Atrial septal defect in children. Brit.Heart J. 19, 318 (1957)

88) Walker, W.J., Mattingly, T.W., Pollock, B.E., Carmichael, D.B., Inmon, T.W. und Forrester, R.H.: Electrocardiographic and hemodynamic correlation in atrial septal defect. Am.Heart J. 52, 547 (1956)

89) Wasserburger, R.H.: The normal and abnormal unipolar electrocardiogram in infants and children. Williams & Wilkins, Baltimore 1963

90) Wenger, R. und Schumacher, P.: Zur elektrokardiographischen Diagnostik der Kammerhypertrophie. Wien.klin.Wschr. Jhrg. 73, 12 (1961)

91) Witham, A.C. und Allison, R.G.: Diagnosis of ostium primum defects of the atrial septum. Am.J.Med. 22, 593 (1957)

92) Wyler, F., Buchs, S. und Weisser, K.: Beurteilung von isolierten Pulmonalstenosen nach Valvulotomie unter spezieller Berücksichtigung der Phonokardiographie. Ann.paediat. 205, 203 (1957)

93) Yahini, J.H., Dulfano, M.J. und Toor, M.: Pulmonic stenosis. Am.J.Cardiol. 5, 745 (1960)

94) Ziegler, R.F.: Electrocardiographic studies in normal infants and children. Zit. nach 67)

95) Zuckermann, R.: Rechtsblock mit Rechtshypertrophie. Z.Kreislaufforschg. 49, 811 (1960)

Herrn Prof. Dr. med. J.B.Mayer, Direktor der Kinderklinik der Universität des Saarlandes, gilt mein besonderer Dank für die Überlassung des Themas.

Herrn Privatdozent Dr. med. L.Bette, Leiter der kardiologischen Abteilung der I.Medizinischen Klinik der Universität des Saarlandes, möchte ich danken für die freundliche Überlassung der Berichte über die Herzkatheterisierung.

Herrn Dr.med. J.Ebeling, Kinderklinik der Universität des Saarlandes, danke ich für die Überlassung der Elektrokardiogramme und seine Beratung bei der Auswertung.

LEBENSLAUF

Am 8. Januar 1940 wurde ich, Brigitte Ursula Schwartner, in Breslau/Schlesien als 1. Tochter des Majors Fritz Schwartner und seiner Ehefrau Ursula, geb. Richter, geboren. Am 5. Juli 1943 fiel mein Vater bei Orel/Rußland. Am 20. Januar 1945 mußte meine Mutter mit ihren drei Kindern Breslau verlassen. Wir wurden nach Pirna/Sachsen evakuiert, wo ich vom 1.9.1946 bis August 1954 die Grundschule und von September 1954 bis Juli 1955 die Oberschule besuchte.

Im Juni 1950 heiratete meine Mutter den Notar Hartmut Klöber. Im August 1955 mußten wir aus politischen Gründen die Ostzone verlassen und kamen über Berlin nach Ebelsbach/Bayern. Dort besuchte ich von Oktober bis Dezember 1955 die Realschule in Haßfurt. Von Januar bis April 1956 wohnte ich in Lüdinghausen/Westfalen und besuchte dort die Klosterschule. Von Mai bis Juli 1956 wohnte ich in Bayreuth/Bayern und besuchte in dieser Zeit das Städtische Realgymnasium. Im August 1956 kehrte ich zu meinen Eltern nach Karlsruhe/Baden zurück und besuchte ab September 1956 das Lessinggymnasium, an dem ich am 8.3.1961 das Abitur ablegte.

1960 zogen meine Eltern nach Saarbrücken. Dort begann ich im Sommersemester 1961 das Medizinstudium an der Universität des Saarlandes. Ab Sommersemester 1962 studierte ich bis zum Wintersemester 1963/64 an der Universität in Mainz. Im Sommersemester 1962 bestand ich dort die naturwissenschaftliche Vorprüfung und im Wintersemester 1963/64 die ärztliche Vorprüfung. Seit dem Sommersemester 1964 studierte ich wieder an der Universität des Saarlandes. Am 17.7.1967 beendete ich die Ärztliche Prüfung.

Seit dem 1.10.1967 arbeite ich als Medizinalassistentin im Kreiskrankenhaus St. Ingbert.